



Impact du partage d'informations et du vendor managed inventory sur la performance des chaines logistiques

Sonia Rouibi

► To cite this version:

Sonia Rouibi. Impact du partage d'informations et du vendor managed inventory sur la performance des chaines logistiques. Autre. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2012. Français. NNT : 2012EMSE0653 . tel-00847053

HAL Id: tel-00847053

<https://theses.hal.science/tel-00847053>

Submitted on 22 Jul 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

NNT : 2012 EMSE 0653

THÈSE

présentée par

Sonia ROUIBI

pour obtenir le grade de

Docteur de l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne

Spécialité : Génie Industriel

IMPACTS DU PARTAGE D'INFORMATIONS ET DU VENDOR MANAGED INVENTORY SUR LA PERFORMANCE DES CHAINES LOGISTIQUES

soutenue à Saint Etienne, le 15 mai 2012

Membres du jury

Présidente :	Karine SAMUEL	Professeur, Université Pierre Mendès, Grenoble
Rapporteurs :	Jacques LAMOTHE	Professeur, École des Mines d'Albi Carmaux
	André THOMAS	Professeur, Université Henri Poincaré, Nancy
Examineurs :	Samir LAMOURI	Professeur, ENSAM, Paris
Directeur de thèse :	Patrick BURLAT	Professeur, École des Mines de Saint Etienne
Co-directeur :	Frédéric GRIMAUD	Maître Assistant, École des Mines de Saint Etienne

Spécialités doctorales :

SCIENCES ET GENIE DES MATERIAUX
 MECANIQUE ET INGENIERIE
 GENIE DES PROCEDES
 SCIENCES DE LA TERRE
 SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT
 MATHEMATIQUES APPLIQUEES
 INFORMATIQUE
 IMAGE, VISION, SIGNAL
 GENIE INDUSTRIEL
 MICROELECTRONIQUE

Responsables :

J. DRIVER Directeur de recherche – Centre SMS
 F. GRUY Professeur – Centre SPIN
 B. GUY Maître de recherche – Centre SPIN
 J. BOURGOIS Professeur – Fayol
 E. TOUBOUL Ingénieur – Fayol
 O. BOISSIER Professeur – Fayol
 JC. PINOLI Professeur – Centre CIS
 P. BURLAT Professeur – Fayol
 Ph. COLLOT Professeur – Centre CMP

Enseignants-chercheurs et chercheurs autorisés à diriger des thèses de doctorat (titulaires d'un doctorat d'État ou d'une HDR)

AVRIL	Stéphane	MA	Mécanique & Ingénierie	CIS
BATTON-HUBERT	Mireille	MA	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
BENABEN	Patrick	PR 1	Sciences & Génie des Matériaux	CMP
BERNACHE-ASSOLLANT	Didier	PR 0	Génie des Procédés	CIS
BIGOT	Jean-Pierre	MR	Génie des Procédés	SPIN
BILAL	Essaïd	DR	Sciences de la Terre	SPIN
BOISSIER	Olivier	PR 1	Informatique	Fayol
BORBELY	Andras	MR	Sciences et Génie des Matériaux	SMS
BOUCHER	Xavier	MA	Génie Industriel	Fayol
BOUDAREL	Marie-Reine	PR 2	Génie Industriel	DF
BOURGOIS	Jacques	PR 0	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
BRODHAG	Christian	DR	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
BURLAT	Patrick	PR 2	Génie industriel	Fayol
COLLOT	Philippe	PR 1	Microélectronique	CMP
COURNIL	Michel	PR 0	Génie des Procédés	SPIN
DAUZERE-PERES	Stéphane	PR 1	Génie industriel	CMP
DARRIEULAT	Michel	IGM	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
DECHOMETS	Roland	PR 1	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
DESRAYAUD	Christophe	MA	Mécanique & Ingénierie	SMS
DELAFOSSÉ	David	PR 1	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
DOLGUI	Alexandre	PR 1	Génie Industriel	Fayol
DRAPIER	Sylvain	PR 2	Mécanique & Ingénierie	SMS
DRIVER	Julian	DR 0	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
FEILLET	Dominique	PR 2	Génie Industriel	CMP
FOREST	Bernard	PR 1	Sciences & Génie des Matériaux	CIS
FORMISYN	Pascal	PR 1	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
FRACZKIEWICZ	Anna	DR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
GARCIA	Daniel	MR	Sciences de la terre	SPIN
GIRARDOT	Jean-Jacques	MR	Informatique	Fayol
GOEURLOT	Dominique	MR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
GRAILLOT	Didier	DR	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
GROSSEAU	Philippe	MR	Génie des Procédés	SPIN
GRUY	Frédéric	MR	Génie des Procédés	SPIN
GUY	Bernard	MR	Sciences de la Terre	SPIN
GUYONNET	René	DR	Génie des Procédés	SPIN
HERRI	Jean-Michel	PR 2	Génie des Procédés	SPIN
INAL	Karim	PR 2	Microélectronique	CMP
KLÖCKER	Helmut	DR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
LAFOREST	Valérie	CR	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
LERICHE	Rodolphe	CR CNRS	Mécanique et Ingénierie	SMS
LI	Jean-Michel	EC (CCI MP)	Microélectronique	CMP
MALLIARAS	George Grégory	PR 1	Microélectronique	CMP
MOLIMARD	Jérôme	MA	Mécanique et Ingénierie	SMS
MONTHEILLET	Frank	DR 1 CNRS	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
PERIER-CAMBY	Laurent	PR 2	Génie des Procédés	SPIN
PIJOLAT	Christophe	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
PIJOLAT	Michèle	PR 1	Génie des Procédés	SPIN
PINOLI	Jean-Charles	PR 0	Image, Vision, Signal	CIS
STOLARZ	Jacques	CR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
SZAFNICKI	Konrad	MR	Sciences & Génie de l'Environnement	Fayol
THOMAS	Gérard	PR 0	Génie des Procédés	SPIN
TRIA	Assia		Microélectronique	CMP
VALDIVIESO	François	MA	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
VIRICELLE	Jean-Paul	MR	Génie des procédés	SPIN
WOLSKI	Krzysztof	DR	Sciences & Génie des Matériaux	SMS
XIE	Xiaolan	PR 1	Génie industriel	CIS

Glossaire :

PR 0 Professeur classe exceptionnelle
 PR 1 Professeur 1^{ère} classe
 PR 2 Professeur 2^{ème} classe
 MA(MDC) Maître assistant
 DR Directeur de recherche
 Ing. Ingénieur
 MR(DR2) Maître de recherche
 CR Chargé de recherche
 EC Enseignant-chercheur
 IGM Ingénieur général des mines

Dernière mise à jour le : 23 août 2011

Centres :

SMS Sciences des Matériaux et des Structures
 SPIN Sciences des Processus Industriels et Naturels
 Fayol Institut Henri Fayol
 CMP Centre de Microélectronique de Provence
 CIS Centre Ingénierie et Santé

*« La vie est faite de quelques rencontres privilégiées qui nous
nourrissent toute notre vie. »
J.L. Millette*

A ces rencontres, je dédie ce travail

REMERCIEMENTS

J'ai laissé la rédaction de cette page aux derniers moments de ce travail de thèse. Je pensais que c'était une tâche facile. Loin de là, je m'aperçois qu'il n'est pas évident de se rappeler de tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé à arriver à la fin de ce parcours, et de les remercier à leur juste valeur ...

Je commence, tout d'abord, par remercier les membres du jury d'avoir bien voulu évaluer mon travail. Je remercie grandement mon directeur de thèse Patrick Burlat, pour la confiance qu'il m'a accordée ainsi que pour ses approches toujours positives. Je remercie également Frédéric Grimaud, pour la disponibilité qu'il a fait preuve à mon égard.

Je dois des remerciements très particuliers à Mohammed Reda Yaich, je n'aurai su apprendre autant sur la méthodologie de recherche et sur bien d'autres sujets sans son aide. A Malik Eddine Chalal, j'adresse les mêmes remerciements pour avoir également répondu présent à chaque fois que je le sollicitais. Mille mercis. Vous avez été ma famille sur Saint Etienne.

Je remercie bien sûr toute l'équipe de PIESO pour leurs conseils, et tout particulièrement Xavier Boucher, Marie Agnès Girard, Gilles Paché, Ridha Derrouiche et Guillaume Marquès. Merci aux membres de DEMO et ISCOD pour les moments agréables et enrichissants passés ensemble. Merci à Alexandre Dolgui pour son soutien et Gabrielle Bruyas pour sa sollicitude.

J'adresse également de chaleureux remerciements à Carlos Rodriguez, Khouloud Boukadi, Evgeny Gurevsky et Christopher Yukna. Merci encore à Fatme, Sawsen, Nadjim, Lounes et Yamine. Si j'en oublie quelques uns, excusez moi, vous êtes si nombreux. Mais je n'oublierai jamais tous les enseignants que j'ai croisés sur le chemin de l'école et qui y ont laissé leurs empreintes sur celui de ma vie.

Enfin, je ne remercierai jamais assez mes parents à qui je dois tout et ma famille qui m'a toujours soutenue.

Merci à tous ...

SOMMAIRE

Chapitre 1 : Introduction Générale	1
1.1 Introduction	1
1.2 Problématique	1
1.3 Contributions.....	3
1.4 Organisation du document	5
Chapitre 2 : Chaînes Logistiques et Performances	9
2.1 Introduction.....	9
2.2 La chaîne logistique	9
2.2.1 Définitions	9
2.2.2 Structure de la chaîne logistique.....	10
2.2.3 Les coûts dans les chaînes logistiques.....	10
2.2.4 La gestion de la chaîne logistique.....	11
2.2.5 Modélisation des chaînes logistiques	11
2.2.5.1 Les modèles analytiques	12
2.2.5.2 Les modèles de simulation.....	12
2.3 La coordination dans les chaînes logistiques	13
2.3.1 Définitions	13
2.3.2 Coordination centralisée	14
2.3.3 Coordination décentralisée	14
2.3.4 Nouvelles technologies au service de la coordination des chaînes logistiques ..	14
2.3.4.1 ERP	15
2.3.4.2 APS	15
2.3.4.3 CRM.....	15
2.3.4.4 EDI.....	15
2.3.4.5 RFID	16
2.4 La gestion des flux dans les chaînes logistiques.....	16
2.4.1 Gestion de la production.....	16
2.4.1.1 Production à la commande ou Make To Order (MTO)	16
2.4.1.2 Production pour stock ou Make To Stock (MTS).....	17
2.4.2 La gestion des stocks	17

2.4.2.1	La politique de gestion de stock à point de commande (s,Q)	18
2.4.2.2	La politique de gestion de stock à recomplètement périodique (T, S).....	18
2.5	La Performance dans les chaînes logistiques.....	18
2.5.1	Définitions	18
2.5.1.1	La Performance	18
2.5.1.2	L'Efficacité	19
2.5.1.3	L'Efficience	19
2.5.2	La mesure de la performance.....	21
2.5.2.1	Les indicateurs de performance	22
2.6	Les Systèmes de Mesure de la Performance (PMS)	24
2.6.1	Historique du PMS	24
2.6.2	Définitions du PMS	25
2.6.3	Les caractéristiques du PMS.....	25
2.6.4	Les standards de mesure de performance	26
2.6.4.1	Le Modèle Supply Chain Operations Reference (SCOR)	26
2.6.4.2	Supply Chain Balanced Scorecard (SCBS)	27
2.6.4.3	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	28
2.6.5	L'amélioration des performances	29
2.6.5.1	L'action sur les processus physiques	30
2.6.5.2	L'action sur la logistique industrielle	30
2.6.5.3	L'amélioration continue.....	30
2.6.5.4	L'amélioration par rupture ou le reengineering	30
2.7	Synthèse et positionnement.....	31
Chapitre 3	: Le Partage d'informations dans les Chaînes Logistiques	33
3.1	Introduction.....	33
3.2	La notion de partage d'informations dans les chaînes logistiques.....	34
3.2.1	La qualité de l'information partagée.....	35
3.2.2	Le délai de partage d'informations	35
3.2.3	La quantité et la fréquence du partage d'informations	35
3.2.4	Le support technologique du partage d'informations.....	36
3.3	Le type d'information partagée.....	36
3.3.1	Flux d'informations aval du donneur d'ordres vers le fournisseur.....	37
3.3.1.1	Le partage d'informations de la demande finale.....	37

3.3.1.2	Le partage d'informations des prévisions de la demande	38
3.3.1.3	Le partage d'informations des niveaux de stocks	39
3.3.2	Flux d'informations amont du fournisseur vers le donneur d'ordres	39
3.4	Quelle est la valeur du Partage d'Informations.....	42
3.4.1	Résultats sur le Bullwhip Effect	42
3.4.2	Autres résultats du partage d'informations.....	45
3.4.2.1	Comment distribuer les profits du partage d'informations	47
3.4.2.2	La sensibilité de la valeur du partage d'informations	48
3.5	Synthèse et discussion.....	49
3.6	Conclusion	50
Chapitre 4 : The Vendor Managed Inventory		51
4.1	Introduction	51
4.2	Définition du VMI	51
4.3	Historique du VMI	53
4.4	Les étapes du VMI	55
4.5	Les prés-requis du VMI	57
4.5.1	Le Partage d'Information.....	58
4.5.2	Le Système d'Information	59
4.5.3	Les accords concernant les stocks	59
4.5.4	Le transport.....	60
4.5.5	Les entrepôts avancés	61
4.6	VMI Framework	62
4.7	Les résultats du VMI sur les chaînes logistiques	64
4.7.1	Les avantages du VMI	64
4.7.2	Les échecs de l'application du VMI	65
4.7.3	Les résultats du VMI sur les parties qui l'adoptent	66
4.7.3.1	Les résultats du VMI sur le DO	66
4.7.3.2	Les résultats du VMI sur le FO	66
4.8	Les configurations jugées appropriées au VMI	68
4.9	Les risques liés au VMI	70
4.10	Discussion	71
4.11	Conclusion	72
Chapitre 5 : Méthodologie de conception de la chaîne logistique et des mécanismes de coordination		75

5.1	Introduction.....	75
5.2	Modélisation de la chaîne logistique.....	76
5.2.1	Centre de gestion des approvisionnements.....	77
5.2.2	Processus Réception	77
5.2.3	Processus Production.....	77
5.2.4	Processus Livraison	78
5.2.4.1	Le Taux d'Acceptation des Ordres de Livraison	78
5.2.4.2	Cas de l'entrepôt avancé	79
5.2.5	Processus de transport	79
5.2.5.1	Transport périodique.....	80
5.2.5.2	Transport sous conditions	80
5.2.5.3	Transport au besoin.....	80
5.2.6	Processus de demande du client final	80
5.3	Modélisation des mécanismes de coordination.....	81
5.3.1	Chaîne logistique de référence.....	81
5.3.2	Chaîne logistique avec Partage d'informations (PI).....	82
5.3.3	Chaîne logistique avec Partage d'informations Étendu (PIE).....	83
5.3.4	Chaîne logistique avec VMI.....	84
5.3.5	Chaîne logistique avec VMI Étendu.....	85
5.4	Classes d'efficacité des entreprises.....	85
5.4.1	Procédure de détermination des classes d'efficacité	86
5.4.1.1	Ajustement des cadences de production	87
5.4.1.2	Les valeurs d'entrée du système	88
5.4.2	Procédure de détermination des seuils de recomplètement.....	89
5.4.2.1	Mécanisme de coordination standard.....	89
5.4.2.2	Mécanisme de coordination avec VMI.....	90
5.5	Indicateurs de performance.....	91
5.6	Calcul des coûts	92
5.7	Conclusion	94
Chapitre 6 : Techniques de Modélisation sur Arena		97
6.1	Introduction.....	97
6.2	Modélisation et techniques Arena.....	97
6.2.1	Construction du modèle de simulation sous Arena	98

6.2.1.1	Modélisation des stations	98
6.2.1.2	Modélisation de la demande finale	98
6.2.1.3	Modélisation des stations de gestion.....	99
6.2.1.4	Modélisation des stations réceptions	101
6.2.1.5	Modélisation des stations de production.....	102
6.2.1.6	Modélisation des stations de livraisons.....	103
6.2.1.7	Modélisation de la station fournisseur	104
6.2.1.8	Modélisation des stations de transports	104
6.2.2	Modélisation des mécanismes de coordination sous Arena	106
6.2.2.1	Déphasage	106
6.2.2.2	Suppression de stocks	106
6.2.2.3	Routage différent	106
6.3	Conclusion	107
Chapitre 7 : Résultats et Interprétations		108
7.1	Introduction.....	108
7.2	Validation du modèle de simulation	109
7.3	Analyse en Composantes Principales (ACP).....	111
7.3.1	Présentation des individus et des variables concernés par l'ACP	112
7.3.2	Le cercle des corrélations	113
7.3.3	Le plan factoriel.....	115
7.3.3.1	Plan factoriel relatif au cas STD, PI et PIE.....	115
7.3.3.2	Plan factoriel relatif au cas STD, VMI et VMIE	117
7.3.3.3	Modalités des variables illustratives	119
7.4	Description de variables.....	120
7.4.1	Caractérisation des modalités de variables illustratives par les variables continues.....	120
7.4.1.1	Variable illustrative type de demande.....	120
7.4.1.2	Variable illustrative mécanisme de coordination.....	120
7.4.1.3	Variable illustrative classe d'efficacité selon l'échelon.....	121
7.4.1.4	Variable illustrative forme de relation FO/DO	122
7.4.2	Caractérisation des variables continues par les variables illustratives	123
7.5	Analyse via les tableurs	123
7.5.1	Analyse des catégories de chaînes logistiques suivant les quatre classes d'efficacité.....	123

7.5.1.1	La Catégorie 1	124
7.5.1.2	La Catégorie 2	124
7.5.1.3	La Catégorie 3	125
7.5.1.4	Expérimentations explicatives sur une sélection de chaînes logistiques	125
7.5.2	Influence des mécanismes de coordination sur les trois catégories de chaînes logistiques.....	127
7.5.2.1	Catégorie 1	128
7.5.2.2	Catégorie 2	131
7.5.2.3	Catégorie 3	132
7.5.2.4	Comparaison entre les résultats des trois catégories de performance de chaînes logistiques	132
7.6	Discussions	134
7.6.1	Influence des classes d'efficacité sur la performance de la chaîne logistique..	134
7.6.2	Influence des mécanismes de coordination sur la performance des chaînes logistiques.....	135
7.7	Conclusion	136
Chapitre 8 : Conclusion Générale.....		141
8.1	Conclusion	141
8.1.1	Impacts de l'efficacité des entreprises.....	141
8.1.2	Impacts des mécanismes de coordination.....	142
8.2	Implications managériales	142
8.3	Limites et perspectives.....	143
BIBLIOGRAPHIE		147
Annexe A. Revue bibliographique partage d'informations.....		173
Annexe B. Revue bibliographique VMI.....		181
Annexe C. Codification sur ARENA		191
Annexe D. Caractérisation des modalités de variables illustratives par les variables continues		195
Annexe E. Caractérisation des variables continues par les variables illustrative		207
Annexe F. Résultats des mécanismes de partage d'informations sur les chaînes logistiques		211
Annexe G. Résultats des mécanismes de VMI sur les chaînes logistiques		216

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Positionnement des travaux	4
Figure 2 : Organisation du document	5
Figure 3 : Effectiveness and efficiency (R. C. Hansen, 2001)	21
Figure 4 : Measures and metrics at four basic links in a SC (Gunasekaran, 2001)	23
Figure 5 : Modèle SCOR avec les différents niveaux décisionnels, d'après (Council, 1996) ..	27
Figure 6 : Modèle SCOR avec ses processus, d'après (Council, 1996)	27
Figure 7 : The Balanced Scorecard system (Hon, 2005)	28
Figure 8 : Illustration of the main components of overall equipment effectiveness (OEE) (Sohal, Olhager, Neill, & Prajogo, 2010)	29
Figure 9 : Une vision interactive de l'information (Simatupang & Sridharan, 2001)	33
Figure 10 : Système avec partage d'informations et système traditionnelle (Mason-Jones & Towill, 1997)	34
Figure 11 : Le Bullwhip Effect dans les chaînes logistiques (H. Lee, Padmanabhan, et al., 1997; Hau L Lee, Padmanabhan, & Whang, 1997)	43
Figure 12 : Le Rôle du DO et du FO dans les ARP (adapté de (Tyan & Wee, 2003))	55
Figure 13 : La collaboration Donneur d'Ordres Fournisseur (Gnanasekaran, 2000)	57
Figure 14 : Evaluation framework for VMI systems (Sarpola, 2007)	62
Figure 15 : Processus de recherche adopté	75
Figure 16: La chaîne logistique modélisée	76
Figure 17 : Configuration des entreprises	77
Figure 18 : Concept du TAOL	79
Figure 19 : Cas d'un entrepôt avancé	79
Figure 20 : Profil de la demande saisonnière	81
Figure 21 : Chaîne logistique standard	81
Figure 22 : Chaîne logistique avec Partage d'informations	82
Figure 23 : Le déphasage temporel	83
Figure 24 : Chaîne logistique avec Partage d'informations Étendu	84
Figure 25 : Chaîne logistique avec VMI	84
Figure 26 : Chaîne logistique avec VMI Étendu	85
Figure 27. Les combinaisons de classes d'entreprises	86
Figure 28 : Instanciation des seuils de recomplètement	89
Figure 29. Structure générale de l'outil de configuration-simulation	98
Figure 30 : Modélisation sous Arena de la politique de gestion des approvisionnements (s, Q)	100
Figure 31 : L'organigramme de gestion des approvisionnements	100
Figure 32 : Organigramme du processus réception	102
Figure 33 : Organigramme du processus de production	103
Figure 34 : Organigramme du processus de livraison	104

Figure 35 : Modélisation de la chaîne logistique sous Arena.....	105
Figure 36 : Le Plan d'Expérience	109
Figure 37 : Allure des stocks d'une chaîne AAA avec délai de transport de D'un jour	110
Figure 38 : Allure des stocks d'une chaîne AAA avec délai de transport nul.....	111
Figure 39 : Les combinaisons de chaînes logistiques dont la relation FO/DO est de type PP	113
Figure 40 : Cercle de Corrélation relatif aux cas Standards et Partage d'informations	114
Figure 41 : Cercle de Corrélation relatif aux cas Standards, VMI et VMIE	114
Figure 42 : Plan factoriel relatif aux mécanismes STD, PI et PIE	116
Figure 43 : Plan factoriel relatif aux mécanismes STD, VMI et VMIE	118
Figure 44 : Les trois catégories de chaînes logistiques.....	124
Figure 45 : Influence des mécanismes de coordination sur la CL AAA et BBB	131
Figure 46 : Influence des mécanismes de coordination sur la CL CCC	131
Figure 47 : Influence des mécanismes de coordination sur la CL DDD	132
Figure 48 : Influence des mécanismes de coordination sur les catégories de performance ...	133
Figure 49 : Représentation des codes de stations et de stocks sur la chaîne logistique modélisée	192

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Top 10 des barrières et leviers de la coordination (Kelle & Akbulut, 2005a).....	13
Tableau 2 : Les définitions de l'efficience	20
Tableau 3 : Définitions de la mesure de la performance	21
Tableau 4 : Classification des indicateurs de performance selon (Benita M Beamon, 1998) ..	22
Tableau 5 : Les indicateurs de performances rencontrés dans la littérature	23
Tableau 6 : Définition du Système de Mesure de Performance	25
Tableau 7 : Summary of performance measurement models (Felix T.S. Chan et al., 2006; Hon, 2005)	26
Tableau 8 : Calcul du OEE	29
Tableau 9 : Positionnement de nos travaux.	31
Tableau 10 : Type d'informations partagées	40
Tableau 11 : Quelques solutions au BWE	44
Tableau 12 : Réduction des coûts apportée par le partage d'informations	45
Tableau 13 : Résultats du partage d'informations	46
Tableau 14 : Guideline for establishment of VMI Decision (Vigtil, 2007a).....	56
Tableau 15 : Framework d'analyse du VMI proposé par (Elvander et al., 2007)	63
Tableau 16 : Les avantages du VMI reportés dans la littérature	64
Tableau 17 : Le VMI en quelques chiffres	65
Tableau 18 : Synthèse des résultats du VMI sur le DO et le FO	67
Tableau 19 : Calibrage des différentes classes d'efficacité (Essaid, 2008).....	87
Tableau 20 : Paramètres de simulation du modèle de la chaîne logistique (Essaid, 2008)	88
Tableau 21 : Instanciation des seuils de recombplètement suivant la classe de l'entreprise et le type de demande	90
Tableau 22 : Instanciation de Δvmi suivant la classe de l'entreprise et le type de demande ...	91
Tableau 23 : Les Indicateurs de performance.....	91
Tableau 24 : Les avantages et inconvénients du VMI pour le DO et le FO	93
Tableau 25 : Mode de détermination des coûts unitaires	93
Tableau 26 : Définition de la matrice de routage suivant le modèle de simulation.....	107
Tableau 27 : Caractérisation des chaînes logistiques suivant les modalités des variables illustratives.....	119
Tableau 28 : Indicateurs de performances d'une sélection de chaînes logistiques.....	126
Tableau 29 : Analyse de l'effet de l'augmentation des heures de production.....	127
Tableau 30 : Moyenne des Indicateurs de performance suivant la catégorie de chaîne logistique et le mécanisme de coordination.....	129
Tableau 31 : Moyenne des Indicateurs de performance suivant la catégorie de chaîne logistique et le mécanisme de coordination.....	130
Tableau 32 : La codification des stations	191
Tableau 33 : Détermination du code stock en fonction des stations.....	194

Tableau 34 : Caractérisation de la modalité « DS » de la variable illustrative type demande	196
Tableau 35 : Caractérisation de la modalité « DV » de la variable illustrative type demande	196
Tableau 36 : Caractérisation de la modalité « STD » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination	197
Tableau 37 : Caractérisation de la modalité « PI » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination	197
Tableau 38 : Caractérisation de la modalité « PIE » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination	198
Tableau 39 : Caractérisation de la modalité « VMI » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination	198
Tableau 40 : Caractérisation de la modalité « VMIE » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination	199
Tableau 41 : Caractérisation de la modalité « A1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	199
Tableau 42 : Caractérisation de la modalité « B1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	199
Tableau 43 : Caractérisation de la modalité « C1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	200
Tableau 44 : Caractérisation de la modalité « D1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	200
Tableau 45 : Caractérisation de la modalité « A2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	201
Tableau 46 : Caractérisation de la modalité « B2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	201
Tableau 47 : Caractérisation de la modalité « C2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	202
Tableau 48 : Caractérisation de la modalité « D2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	202
Tableau 49 : Caractérisation de la modalité « A3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	203
Tableau 50 : Caractérisation de la modalité « B3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	203
Tableau 51 : Caractérisation de la modalité « C3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	204
Tableau 52 : Caractérisation de la modalité « D3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon	204
Tableau 53 : Caractérisation de la modalité « NPNP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO	205
Tableau 54 : Caractérisation de la modalité « NPP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO	205
Tableau 55 : Caractérisation de la modalité « PNP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO	206

Tableau 56 : Caractérisation de la modalité « PP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO	206
Tableau 57 : Caractérisation de la variable continue « Profit total » par les variables illustratives.....	208
Tableau 58 : Caractérisation de la variable continue « Taux de service au client final » par les variables illustratives	208
Tableau 59 : Caractérisation de la variable continue « Retard au client final » par les variables illustratives.....	209
Tableau 60 : Caractérisation de la variable continue « Stock total » par les variables illustratives.....	210

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION GENERALE

1.1 Introduction

Notre ère est caractérisée par une évolution singulière des technologies de l'information et de la communication. Cette évolution a permis l'utilisation de nouvelles méthodes de collaboration entre les entreprises, basées sur le partage d'information. Ainsi, la création des relations de collaboration inter-organisations a été facilitée, générant un impact sur les méthodes de coordination des chaînes logistiques. Ces nouvelles méthodes de coordination sont basées sur une collaboration plus accrue dans la prise de décisions entre les membres de la chaîne logistique.

Le terme "logistique" vient d'un mot grec « *logistikos* » qui signifie l'art du raisonnement et du calcul. La logistique a été utilisée pour la première fois dans le secteur militaire pendant les années soixante (Russell, 2007). Elle comprenait la gestion des opérations physiques (transports, stocks, fabrication, achats, manutention). Ensuite, le terme logistique s'est étendu pour comprendre différentes fonctions de l'entreprise et plusieurs de ses membres, incluant le fournisseur du fournisseur ainsi que le client du client (Cooper, Lambert, & Pagh, 1997). Aujourd'hui, la concurrence est de plus en plus grande, elle n'existe plus uniquement entre entreprises séparées, mais elle est devenue une concurrence entre chaînes logistiques (De Souza, Song, & Liu, 2000; Wu & Song, 1997).

Un enjeu essentiel à la prospérité des chaînes logistiques est de veiller en continu à l'amélioration de leur performance. Les entreprises doivent donc trouver de nouveaux moyens pour y arriver. C'est dans ce contexte, que nous tentons d'étudier les impacts de la mise en place de méthodes de coordination des flux d'information et des flux physiques. Ces méthodes se reposent sur la collaboration entre les membres de la chaîne logistique.

1.2 Problématique

Cette thèse s'inscrit dans la continuité des travaux de recherches initiés par Essaid (Essaid, 2008). Essaid avait développé un modèle de chaîne logistique destiné à l'étude de la connectivité des flux dans les réseaux d'entreprises caractérisées par des efficacités différentes. De notre côté, nous avons voulu enrichir le système de gestion des chaînes logistiques à travers l'ajout de mécanismes de coordination entre partenaires de la chaîne. L'objectif de l'ajout de mécanismes de coordination dans la gestion de la chaîne logistique répondait à un souci d'amélioration des performances de ces chaînes (Figure 1). Le sens qui sera donné dans cette thèse à la coordination est essentiellement liée à la gestion de la relation entre les membres de la chaîne logistique à travers la gestion des flux de matières ainsi que des flux d'informations.

Avec la prise en compte de la nécessité de développement de collaborations et d'alliances entre entreprises, est apparu un ensemble de bonnes pratiques et de mécanismes basés sur le Partage d'Informations (PI) entre partenaires. Le PI permet d'améliorer la relation entre les membres d'une chaîne logistique. Il donne l'avantage au fournisseur de posséder la même visibilité que son client sur le marché final. Cette augmentation de la visibilité contribue, en général, à l'amélioration de la réactivité du fournisseur face aux changements de la demande.

La coordination et la collaboration dans les chaînes logistiques peut être également atteinte à travers le changement du responsable de la prise de décision (H. L. Lee, 2000). Le *Vendor Managed Inventory* (VMI) fait partie de ces pratiques où la prise de décision de la gestion des stocks est attribuée non plus au Donneur d'Ordres (DO) mais au Fournisseur (FO). En VMI, le fournisseur n'exécute plus simplement les ordres passés par les clients, mais il devient responsable de l'approvisionnement et gère le stock chez son client (Van Nyen, Bertrand, Van Ooijen, & Vandaele, 2007). C'est le fournisseur qui décide de la date et de la quantité de réapprovisionnement (Rusdiansyah & Tsao, 2005) et s'engage à respecter des niveaux de stocks minimaux et maximaux fixés en accord avec son client (Elvander, Sarpola, & Mattsson, 2007). Le VMI vise à optimiser la disponibilité des produits à un coût minimal (Hines, Lamming, Jones, Cousins, & Rich, 2000). Le VMI peut être aussi bien appliqué au sein d'une chaîne logistique où les membres sont complètement indépendants ou font partie de la même structure (une entreprise et ses succursales par exemple) (Kleywegt, Nori, & Savelsbergh, 2004). Ce programme requiert un reengineering des technologies de l'information ainsi que des processus de la chaîne logistique (Dong, Xu, & Dresner, 2007). En effet, il se fonde sur des processus de partage d'informations solides. Les informations partagées peuvent concerner plusieurs données telles que les niveaux de stocks du DO, la demande finale, le planning des livraisons, les promotions, etc.

Les résultats des collaborations inter-entreprises sont souvent en deçà de ce qui était attendu (Blackhurst, Craighead, & Handfield, 2006). C'est pour cette raison qu'il est important que les preneurs de décisions disposent de méthodes qui leur permettent de faire des choix appropriés. L'outil d'aide à la décision que nous avons construit permet de tester les résultats de mécanismes de coordination sur plusieurs configurations de chaînes logistiques. Cet outil, en plus d'étudier la pertinence de l'ajout de mécanismes de coordination, permet de quantifier leurs impacts en termes d'amélioration de la performance.

En plus de l'utilisation de mécanismes de coordination et de partage d'informations, la création d'alliances stratégiques peut permettre aux entreprises d'augmenter leur compétitivité. Pour ce faire, les entreprises doivent évaluer vers quels partenariats elles vont s'orienter afin de tirer le meilleur bénéfice (Baihaqi & Beaumont, 2006). La sélection des partenaires est un processus complexe, et bien que l'objectif premier de cette thèse ne se situe pas à ce niveau, la variété des scénarios qui vont être étudiés, peut constituer une aide sur les collaborations à privilégier.

Les décisions sur la mise en place d'alliances entre entreprises ou de mécanismes de coordination tels que le Partage d'informations ou le VMI sont des décisions de type stratégique ; elles passent par la sélection du partenaire, l'étude de rentabilité du projet, etc. Dans notre thèse, nous supposons que ces décisions ont déjà été prises. Nous nous plaçons plutôt au niveau tactique et opérationnel lié aux problématiques de coordination et de gestion des stocks. Toutefois, l'outil d'aide à la décision que nous allons construire peut permettre d'aboutir à des conseils sur les meilleures collaborations à adopter. Dans ce sens, les recommandations que nous allons fournir peuvent être utilisées en phase stratégique de sélection de partenaires et de coordination à choisir.

1.3 Contributions

Afin d'arriver à l'amélioration de la performance des chaînes logistiques, des méthodes de management telles que le Lean Thinking et le Total Quality Management ont connu des expansions considérables. De ce fait, beaucoup de progrès ont été réalisés dans la coordination des flux de matière (Mason-jones & Towill, 2000; David Simchi-Levi, Kaminsky, & Simchi-Levi, 2003). La coordination des flux d'informations n'a pas bénéficié de la même évolution que la coordination des flux de matières. C'est l'une des raisons qui ont motivé notre orientation vers leur étude.

Selon (Martin Christopher, 2000), l'une des clés de réussite de la réactivité d'une chaîne logistique se situe en amont de l'organisation, c'est-à-dire au niveau de la qualité des relations avec ses fournisseurs. La sélection des fournisseurs peut se faire suivant différents critères comme la qualité, les délais de réapprovisionnement, la capacité de production, etc. (Mangione, Rouibi, & Cung, 2008). Même si on ne se positionne pas au niveau des problématiques de sélection de fournisseurs, les recherches que nous avons menées peuvent permettre de distinguer les collaborations à privilégier de celles à éviter.

De plus, la qualité de la relation client fournisseur peut être développée à travers l'amélioration du partage d'informations entre ces deux parties. Dans la littérature, il existe de grandes divergences concernant les profits tirés par le partage d'informations d'une part, et concernant l'entité qui en bénéficie le plus, d'autre part. Pour tenter de développer ce domaine de recherche, nous allons étudier les impacts du partage d'informations sur la demande finale suivant divers scénarios de simulation.

Nous avons développé des scénarios qui ont été jusqu'alors très peu envisagés dans la littérature. Par exemple, nous avons étendu la mise en œuvre du VMI aux échelons amont de la chaîne logistique (cas du VMI Étendu). De plus, nous avons appliqué le VMI parmi des partenaires où tous étaient des manufacturiers. Le VMI s'est paradoxalement développé presque exclusivement entre industriels et distributeurs, demeurant quasiment étranger aux relations entre industriels. Il tend cependant à se développer dans ce sens ces dernières années.

L'originalité de notre travail est d'analyser des chaînes logistiques où l'efficacité des différents maillons peut être différente, puis, d'identifier les mécanismes de coordination qui peuvent améliorer la performance de telles chaînes.

La conception de notre chaîne logistique prend en compte un niveau de détail assez élevé. La majorité des articles, rencontrés pendant notre recherche bibliographique, s'intéressaient aux cas où la chaîne logistique est composée de deux maillons uniquement sans prise en compte des contraintes de capacités de production. Ici, nous considérons que la chaîne logistique est composée de trois maillons et les trois ont des contraintes de capacité de production. De plus nous prenons en compte la notion d'aléas qui peut exister dans les cas réels (aléas dans les quantités commandées, dans les seuils de reapprovisionnement, dans les délais, dans les pannes, etc.).

Notre ambition est également de construire un modèle qui puisse être utilisé aussi bien par des élèves ingénieurs que par des professionnels. Comme outil à usage pédagogique, il peut constituer un bon moyen de maîtrise de la gestion des chaînes logistiques à travers la manipulation d'une variété de scénarios. Quant aux professionnels, notre outil offre une flexibilité qui leur permet de facilement ajuster notre modèle à leur cas particulier et de prendre des décisions rapides et efficaces. Cet outil est en mesure de répondre à plusieurs questions telles que :

- Dans quelles mesures des alliances d'entreprises de différentes efficacités peuvent être bénéfiques pour l'ensemble de la chaîne logistique et quelles sont les limites de telles alliances ?
- Quelles sont les meilleures combinaisons d'efficacité d'entreprises à adopter pour les chaînes logistiques ?
- Quel est l'effet de la dégradation de l'efficacité des échelons (pris de manière individuelle) sur les résultats globaux de la chaîne logistique (taux de service, retards, niveaux de stocks, coûts, profits) ?
- Sur quelles chaînes logistiques est-il plus adapté de mettre en place des mécanismes de coordination ?
- Est-ce-qu'un mécanisme de coordination permet à une chaîne logistique peu performante d'améliorer sa performance et dans quelle limite ?
- Est-ce-que l'intérêt de la mise en place des mécanismes de coordination dépend des classes d'efficacité des entreprises ?
- Quelle est l'entité, du client ou du fournisseur, qui profite le plus des résultats des mécanismes de coordination ?

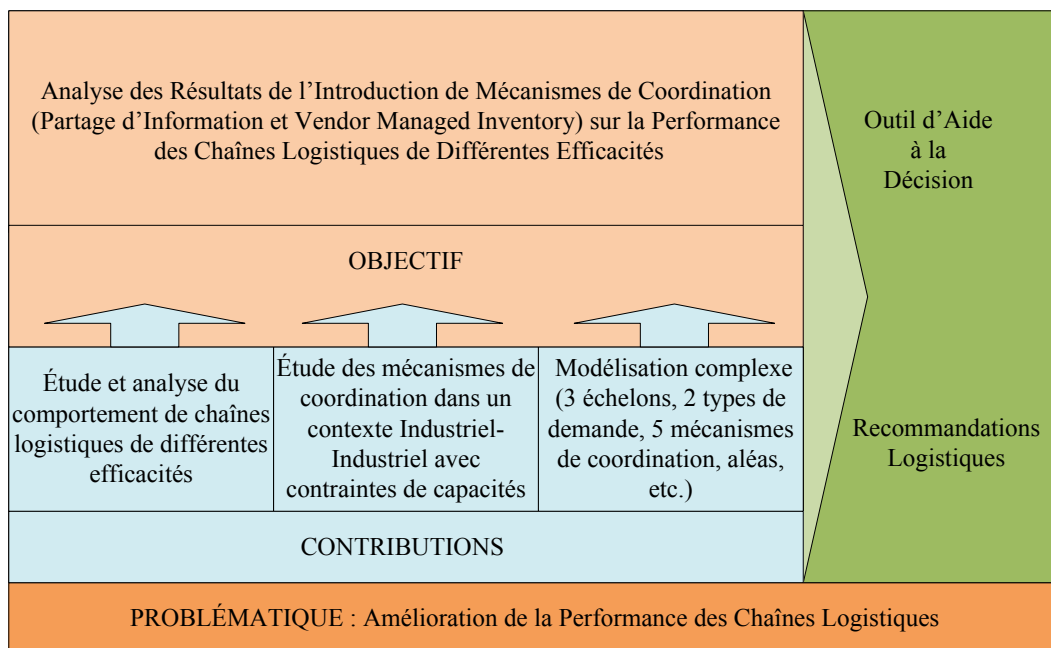


Figure 1 : Positionnement des travaux

Les auteurs (Maloni & Benton, 1997) ont recommandé d'utiliser la simulation lors de l'évaluation des collaborations entre partenaires de la chaîne logistique. Nous avons suivi leur recommandation et avons utilisé la simulation à événements discrets pour répondre à notre problématique. La simulation à événements discrets offre la possibilité de prendre en considération une modélisation avec un degré de détail élevé tout en prenant en compte les aspects aléatoires des processus et des variables.

1.4 Organisation du document

Ce document est organisé en deux parties. La première partie est constituée de l'état de l'art. La deuxième partie est constituée de notre contribution au plan conceptuel, applicatif puis interprétatif (Figure 2).

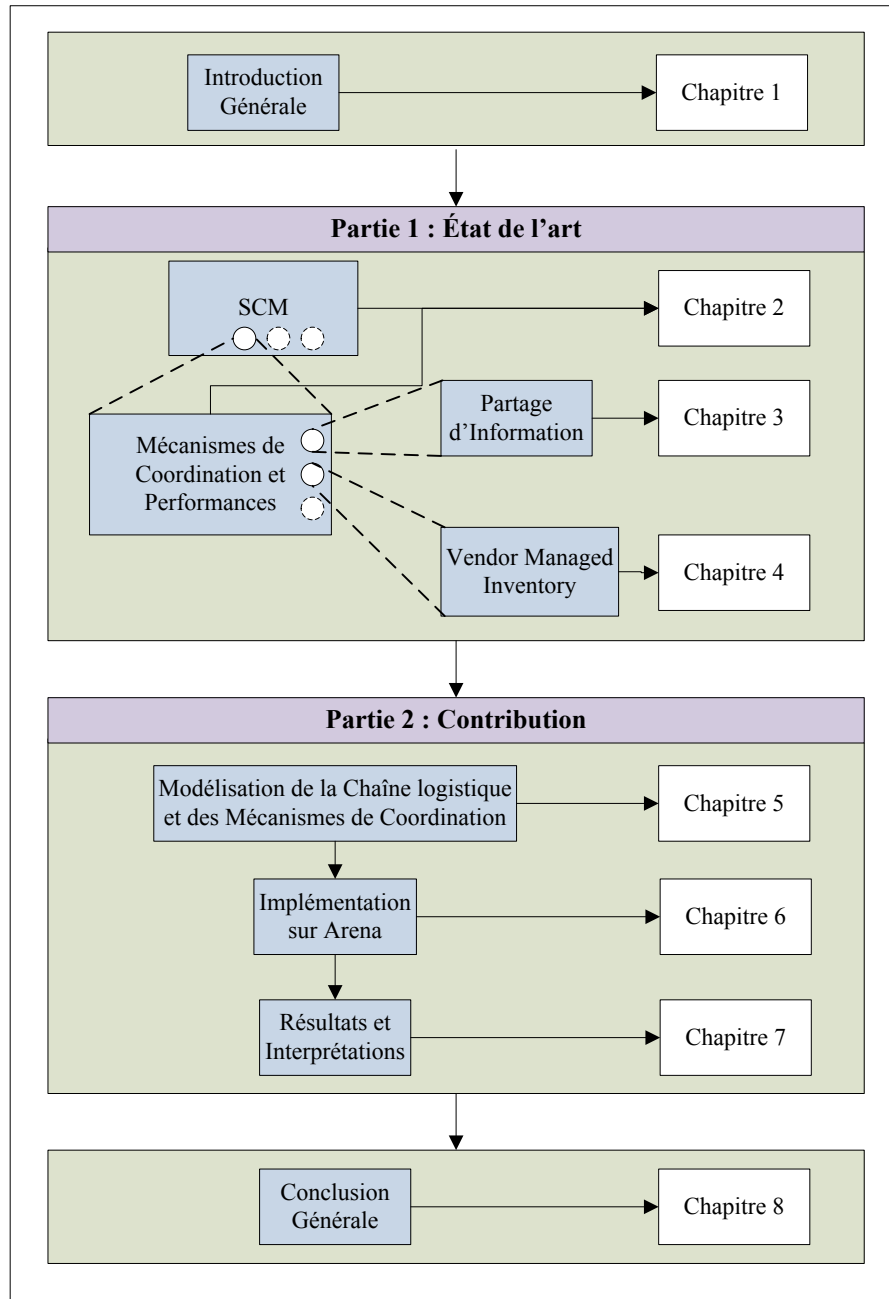


Figure 2 : Organisation du document

Le premier chapitre de cette thèse (chapitre 1) est un chapitre d'introduction, dans lequel sont présentés le contexte général, la problématique et les contributions de notre travail. Ensuite, l'état de l'art fait l'objet de la première partie. Cet état de l'art nous a permis de cibler notre travail grâce au recensement des domaines de recherche ayant fait l'objet de peu

d'investigations. La première partie est organisée en trois chapitres. Le chapitre 2 présente des définitions et des éléments conceptuels concernant le Supply Chain Management (SCM) ainsi que les différentes méthodes d'évaluation de la performance qui existent. L'objectif de ce chapitre est de présenter le contexte dans lequel se situe notre thèse. Le Chapitre 3 présente un état de l'art sur le Partage d'informations dans les chaînes logistiques. A travers une étude bibliographique présentée au Chapitre 4, les principes du VMI sont discutés.

En deuxième partie est présentée notre contribution. Cette partie décrit les étapes de modélisation, présente la démarche de paramétrage du modèle, explique les scénarios de simulation avec leur instanciation sur le logiciel de simulation, analyse et interprète les résultats de simulation. Elle comprend les chapitres 5, 6 et 7.

Le chapitre 5 présente la modélisation de la chaîne logistique étudiée. Cette dernière est composée de trois entreprises de production, un fournisseur initial, un client final et des transports intermédiaires entre chaque membre de la chaîne. La demande du client final concerne deux produits et peut être soit stationnaire, soit saisonnière. Chacune des trois entreprises est modélisée par des processus physiques (réception, production, livraison) et des processus de gestion (gestion des approvisionnements, gestion de la production). Ces entreprises peuvent appartenir à quatre classes d'efficacité différentes. Avec notre modèle, il est actuellement possible de simuler cinq mécanismes de coordination (la gestion standard, le partage d'informations, le partage d'informations étendu, le VMI et le VMI étendu).

Le chapitre 6 explique comment cette modélisation a été implémentée et instanciée sur le logiciel de simulation à événements discrets Arena 12.0. Cette étape permet une compréhension complète de la phase de modélisation. Elle est destinée aux personnes désirant reproduire et développer notre modèle ou souhaitant s'en inspirer pour leur propre problématique.

Le chapitre 7 comprend les résultats de simulation obtenus et les différentes interprétations que nous avons réalisées. Ces interprétations sont effectuées en se basant sur plusieurs indicateurs de performances (taux de service, retards, niveaux de stock, coûts, profits, etc.) et en utilisant les méthodes d'analyse en composantes principales, de description de variables et de tableurs. L'influence des classes d'efficacité ainsi que des mécanismes de coordination est discutée dans ce chapitre.

Enfin, le Chapitre 8 est le chapitre de conclusion générale. Les principaux résultats que nous avons obtenus y sont résumés. Notre travail a mis en évidence certains besoins d'approfondissement. Nous terminons donc en proposant les perspectives jugées essentielles à l'enrichissement de cette thèse.

PARTIE 1

ÉTAT DE L'ART

CHAPITRE 2 : CHAINES LOGISTIQUES ET PERFORMANCES

2.1 Introduction

L'amélioration de la performance des chaînes logistiques se base sur deux leviers d'actions, les actions sur les processus physiques et les actions sur les processus logistiques. Notre problématique se situe au niveau du champ de l'amélioration des performances à travers des actions sur les processus logistiques industriels. Ce chapitre vise à présenter le champ général dans lequel cette problématique est inscrite et à définir les notions essentielles qui vont être utilisées par la suite.

Dans un premier temps sont abordés les concepts de chaîne logistique, de *supply chain management*, de coordination et de gestion des flux. Ensuite, nous définissons la notion de performance des chaînes logistiques à travers une description des sémantiques utilisées par les auteurs (performance, efficacité et efficience). Nous présentons les indicateurs de performance les plus utilisés dans la littérature ainsi que les systèmes de mesure de performance les plus connus (SCOR, SCBS, OEE). Ce chapitre est clôturé par un positionnement par rapport aux différents concepts abordés.

2.2 La chaîne logistique

2.2.1 Définitions

(M. Christopher, 1992) définit la chaîne logistique comme un **réseau d'entreprises** qui participent, en amont et en aval, aux différents processus et activités qui créent de la **valeur** sous forme de **produits et de services** apportés au consommateur final. (Hau L Lee & Billington, 1993) explicitent quels sont ces différents processus qui interagissent et définissent la chaîne logistique comme un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution des produits finis vers le client. (Tayur & Ganeshan, 1998) introduisent la notion de **flux** de matières et d'informations, pour eux, la chaîne logistique est un système de sous-traitants, de producteurs, de distributeurs, de détaillants et de clients entre lesquels s'échangent les flux matériels dans le sens des fournisseurs vers les clients et des flux d'informations dans les deux sens. (Stadtler & Kilger, 2000) ajoutent à leur définition les flux financiers : une chaîne logistique est constituée de

deux ou plusieurs organisations indépendantes, liées par des flux physiques, informationnels et financiers. Enfin, la définition qui se rapproche le plus à nos orientations de recherche est celle de (Govil & Proth, 2002) qui définissent la chaîne logistique comme **un réseau global d'organisations qui coopèrent pour réduire les coûts et augmenter la vitesse des flux de matières et d'informations entre les fournisseurs et les clients. L'objectif de la chaîne logistique est la satisfaction du client.** Cette définition souligne l'importance de l'aspect coopératif pour atteindre de meilleurs résultats globaux, et donc la nécessité de définir et mettre en œuvre des mécanismes de coordination.

2.2.2 Structure de la chaîne logistique

La structure de la chaîne logistique représente comment les entités de la chaîne sont liées par des relations amont-aval, pour former une chaîne logistique.

D'après (Lambert et al., 1998), la structure de la chaîne logistique peut être décomposée en deux dimensions, la dimension horizontale et la dimension verticale. La dimension horizontale fait référence au nombre de maillons de la chaîne logistique. Quant à la dimension verticale, elle se réfère au nombre d'entreprises de chaque maillon. Quant à (Croom, Romano, & Giannakis, 2000), ils identifient trois types de structures, les structures en série, dyadiques et réseaux. Puis (G. Huang, Lau, & Mak, 2003) décomposent plus précisément ces structures en faisant la distinction entre les réseaux de chaînes logistiques divergents et convergents.

Nous considérons que les deux répartitions précédentes sont complémentaires. La structure en série a une seule dimension verticale et plusieurs dimensions horizontales. La structure dyadique est un cas particulier des chaînes logistiques en série avec une dimension horizontale égale à deux. Et enfin, les chaînes logistiques en réseaux sont composées de combinaisons d'entreprises à plusieurs dimensions horizontales et verticales.

Il apparait clairement que le terme de chaîne sous-entend une notion réductrice de linéarité ce qui représente, comme nous l'avons vu, qu'un cas particulier. Le terme le plus approprié serait donc « réseau logistique ». Cependant cette appellation est rarement utilisée et peut conduire à une confusion avec le réseau de distribution. De notre côté, nous utiliserons donc l'expression de chaînes logistiques en sous-entendant le sens de réseaux logistiques.

2.2.3 Les coûts dans les chaînes logistiques

Différents coûts sont associés aux chaînes logistiques (Arda, 2008). Dans ce travail, nous ne nous intéressons pas aux aspects financiers de type *cash flow*, retour sur investissements, etc.

Les coûts d'approvisionnement d'un produit sont constitués des prix d'achat et des coûts de commande. Dans le cas d'un approvisionnement externe, le coût de commande comporte des frais d'administration, de transport, de réception, etc. Dans le cas d'un approvisionnement interne, il s'agit du coût de lancement de la production (les coûts de réglage, les rebuts de ces réglages, les coûts de gestion de l'ordre de fabrication, etc.).

Les coûts de possession de stock sont la somme de différents coûts tels que les coûts d'opportunités, coûts d'immobilisations, coûts de stockage, coûts de la gestion des stocks, coûts des assurances, coûts des risques liés aux vols et détériorations, coûts de gestion d'entrepôts, coûts de manutention et les taxes. Les coûts de possession de stock s'élèvent en moyenne à 20% du coût total du produit (Angulo, Nachtmann & Waller 2004).

Le coût de production sont associés aux coûts main d'œuvres, maintenance, coûts matières premières, charges des équipements.

Les coûts de transports des produits peuvent représenter de 5 à 20% du prix du produit (Angulo, Nachtmann & Waller 2004).

Les coûts de ruptures sont associés aux retards ou aux ventes perdues. Ils sont difficiles à évaluer et dépendent du comportement du consommateur. Dans le cas de ventes retardées, le coût de rupture est le coût administratif d'ouverture d'un dossier et le coût commercial correspondant aux compensations éventuelles du client. Dans le cas de ventes perdues, le coût associé est le manque à gagner de non fourniture d'une unité.

2.2.4 La gestion de la chaîne logistique

Le terme de « Supply Chain Management » ou gestion de la chaîne logistique a été introduit au début des années 1980. Ce terme englobe la gestion des approvisionnements et des marchandises depuis les fournisseurs de matières premières jusqu'au produit fini ainsi que son éventuel recyclage (K. C. Tan, Handfield, & Krause, 1998). La gestion de la chaîne logistique regroupe l'ensemble des processus de gestion tels que les processus de gestion des relations entre les partenaires (S. H. Li, Ragu-Nathan, Ragu-Nathan, & Rao, 2006), les processus de partage d'informations, de partage de risques et d'objectifs (John T Mentzer, Keebler, Nix, Smith, & Zacharia, 2001).

Pour plus d'informations, il est possible de consulter les travaux de (G. Huang et al., 2003) qui ont analysé plus de 100 publications sur ce sujet de recherche. De notre côté, nous avons résumé les différentes définitions du supply chain management (SCM) rencontrées dans la littérature en trois points :

Ses défis : Assurer la transversalité de la gestion des flux physiques et des flux d'informations inter et intra entreprises allant du fournisseur initial jusqu'au client final (K. C. Tan et al., 1998; D. J. Thomas & Griffin, 1996) ;

Ses objectifs : Atteindre la **compétitivité des entreprises** (Shepherd & Günter, 2006), **l'optimisation et l'efficience** (K. C. Tan et al., 1998), minimiser les coûts tout en répondant au niveau de service requis par le client en termes de délais, quantités et qualités (D. Simchi-Levi, Kaminsky, & Simchi-Levi, 2003). En résumé, le SCM a pour objectif d'améliorer les performances locales et globales des entreprises ;

Ses outils : Utilisation de méthodes de **coordination et l'intégration**¹ efficaces des activités de l'ensemble des membres de la chaîne logistique (D. Simchi-Levi, Kaminsky, et al., 2003).

2.2.5 Modélisation des chaînes logistiques

La modélisation des chaînes logistiques a été développée pour permettre l'analyse et la résolution de problèmes complexes de gestion. Modéliser une entreprise c'est représenter ses processus et ses fonctionnements à travers un modèle. L'entreprise modélisée peut correspondre à un cas réel qui existe déjà, ou bien une organisation nouvelle. L'objectif de la

¹ « L'intégration logistique est définie comme un ensemble de changements plus ou moins structurés touchant parallèlement la perception des dirigeants, les comportements des individus de même que la structure des organisations, à la recherche d'une amélioration constante de la productivité des flux » (Halley, Bigras, & Collin, 1999).

modélisation est d'analyser le comportement et les performances, détecter les dysfonctionnements et améliorer la performance. Deux types de modélisation sont généralement utilisés : les modèles analytiques ainsi que les modèles de simulation.

2.2.5.1 Les modèles analytiques

Les modèles analytiques permettent de décrire les chaînes logistiques par un ensemble d'équations mathématiques régissant leur fonctionnement. Ces modèles sont souvent associés à un problème d'optimisation. Ils peuvent être déterministes ou stochastiques (Maria, 1997). Ils sont appropriés pour des problèmes de petite taille, mais deviennent très coûteux et difficiles à implémenter quand il est nécessaire de prendre en considération des événements aléatoires complexes (Evans & Olson, 1998). En effet, ces modèles ne peuvent décrire que des chaînes logistiques assez simples, souvent composées uniquement de deux échelons (So & Zheng, 2003). Ils ne peuvent donc pas inclure les détails des opérations de production.

2.2.5.2 Les modèles de simulation

Dans le domaine de la gestion logistique, la simulation est aujourd'hui reconnue comme un outil puissant d'aide à la décision. Les modèles de simulation permettent de prendre en compte l'aspect dynamique de la chaîne logistique. La capacité à évaluer une multitude de scénarios (what ... if analysis), avec la prise en compte de plusieurs facteurs rend la simulation un des plus puissants outils d'analyse des chaînes logistiques (Thierry et al. 2008). Les principales étapes d'un processus de simulation peuvent se résumer en : la conception du modèle, le codage du modèle, l'expérimentation et la mise en œuvre (Robinson S., 2005). Il faut être conscient que la simulation est très coûteuse en temps de calcul et que la phase de modélisation est délicate. Traduire des phénomènes en un modèle est l'étape, à notre sens, la plus difficile. L'une des difficultés est de trouver un degré de détail adéquat ; ni trop simple afin de se rapprocher au mieux de la réalité, ni très complexe car difficile à mettre en place et consommateur de temps.

(Jack P. C. Kleijnen, 2005) identifie quatre types de simulations : les tableurs (Caulkins, Morrison, & Weidemann, 2005; Plane, 1997), la dynamique des systèmes (J. Forrester, 1961) (G. Huang et al., 2003; J P C Kleijnen & Smits, 2003; John D Sterman, 2001; D.R. Towill, Naim, & Wikner, 1992), les jeux d'entreprises (Copilotes, 2004; D. Simchi-Levi, Kaminsky, & Simchi-Levi, 2003; Y. Yu, Huang, & Liang, 2009), et la simulation à événements discrets (Lamothe, Mahmoudi, & Thierry, 2007). La simulation à événements discrets est l'une des techniques de modélisation les plus utilisées pour l'étude des systèmes industriels. C'est cette dernière que nous utilisons dans notre recherche.

La simulation à événements discrets fait partie des meilleurs outils d'étude des chaînes logistiques (Robinson S., 2005). C'est une représentation dans laquelle les grandeurs n'évoluent qu'en un nombre fini d'événements dans le temps (Erard & Déguénon, 1996). Ces points indiquent les instants où se passent les événements capables de modifier l'état du système. Un changement dans l'état du système constitue par définition un événement incluant les actions qui accompagnent ou caractérisent ce changement. Plusieurs logiciels de simulations à événements discrets sont présents sur le marché (Arena, Witeness, AutoMod, ProModel, ...). En vu des avantages qu'il offre, Arena est le logiciel le plus utilisé aussi bien chez les industriels qu'en recherche académique (Bensmaine, Benyoucef, & Sari, 2010; Kelton, Sadowski, & Swets, 2002; Tewoldeberhan, Verbraeck, Valentin, & Bardonnnet, 2002). Le logiciel Arena a été développé par la société Systems Modeling Corporation. Il est dédié à la modélisation, simulation et animation des systèmes de production et des flux. Le logiciel

est basé sur les concepts de programmation orientée objet et utilise le langage du système Siman/Cinema.

2.3 La coordination dans les chaînes logistiques

2.3.1 Définitions

La définition de la coordination la plus utilisée dans la littérature est celle de (Malone & Crowston, 1994). Pour ces auteurs, la coordination correspond à « l'acte de gérer les dépendances entre les activités des entités qui travaillent ensemble et de mettre en commun leurs efforts afin de réaliser des objectifs communs ». Cette approche est fortement imprégnée par la notion d'interdépendance des ressources et donc de complémentarité. S'il n'y a pas d'interdépendance il n'y a rien à coordonner. (Thomas & Griffin, 1996) et (Arshinder, Kanda & Deshmukh 2008) ont proposé un état de l'art sur la coordination dans les chaînes logistiques et (Kelle & Akbulut, 2005a) ont recensé les dix leviers et les dix barrières de la réussite de la coordination (Tableau 1).

Il arrive souvent que les termes de coordination, collaboration et coopération soient utilisés comme synonymes et c'est notre cas dans cette thèse. Nous invitons les lecteurs qui désirent approfondir les différences qui existent entre ces notions à se rapprocher des travaux de (Banali, 2005) et (François, 2007).

Tableau 1: Top 10 des barrières et leviers de la coordination (Kelle & Akbulut, 2005a)

Top 10 barriers to coordination	Top 10 bridges to coordination
<ul style="list-style-type: none"> - Inadequate information systems - Poor/conflicting measurement - Inconsistent operating goals - Organizational culture and structure - Resistance to change - lack of trust - Poor alliance management practices - Lack of supply chain vision/understanding - Lack of managerial commitment - Constrained resources - No employee passion/empowerment. 	<ul style="list-style-type: none"> - Senior and functional managerial support - Open and honest information sharing - Accurate and comprehensive measures - Trust-based, synergistic alliance - Supply chain alignment and rationalization - Cross-experienced managers - Process documentation and ownership - Supply chain education and training - Use of supply chain advisory councils - Effective use of pilot projects.

Les mécanismes de coordination consistent « (1) en une structure informationnelle qui définit "qui" obtient "quelle" information de l'environnement, "comment" cette information est traitée et distribuée entre les différents membres qui participent de ce mécanisme, et (2) au processus de prise de décision qui aide à sélectionner, entre les différentes solutions possibles, l'action la plus appropriée pour atteindre l'objectif global » (P Romano, 2003).

La coordination peut être facilitée à l'aide de plusieurs techniques telles que la coordination par les contrats (accords sur les prix ou les quantités (Akbari Jokar, 2001; G. Cachon, 2003) et la coordination par les flux (partage d'informations, utilisation de technologies de l'informations ou prise de décision centralisée).

2.3.2 Coordination centralisée

La politique de prise de décision est centralisée quand tous les pouvoirs de décision se situent au niveau d'un seul point de la chaîne logistique (Mintzberg, 1982). La centralisation peut être considérée comme le mécanisme le plus puissant pour coordonner les décisions dans l'organisation. Toutes les informations et les contraintes des différentes entités sont prises en compte, et toutes les décisions sont prises dans la même structure, ce qui permet d'assurer la cohérence des décisions et d'atteindre de meilleurs résultats par rapport aux objectifs globaux de la chaîne logistique (Galasso, 2007; Paché & Paraponaris, 2006).

2.3.3 Coordination décentralisée

Dans le mode de coordination décentralisée, le pouvoir de la prise de décision est dispersé entre les nombreuses entités de la chaîne (Mintzberg, 1982). Chaque entité est dotée d'autonomie et de capacité de collaboration, et communique avec les autres entités afin de permettre à la chaîne d'atteindre ses objectifs globaux (Pujo & Kieffer, 2002). Le mode décentralisé peut représenter une coordination plus viable et moins lourde que la coordination centralisée car chaque entité garde son autonomie. Il permet à l'organisation de répondre rapidement à l'évolution des conditions locales (Mintzberg, 1982). Toutefois, l'absence d'arbitre dans un mode décentralisé induit une prise de décision par négociation qui peut demander beaucoup plus de temps que dans le cas centralisé. De plus, lorsque chaque entité vise à optimiser ses propres activités, la performance de l'ensemble de la chaîne peut être sous-optimale alors qu'une intégration totale de la chaîne (coordination centralisée) conduit plus facilement à un optimum global.

Le passage d'une coordination décentralisée à une coordination centralisée n'est pas souvent choisi par les entreprises parce qu'il implique des changements de fond et doit faire face à la résistance aux changements des acteurs. Un compromis existe entre ces deux approches et consiste en la coordination point-à-point. Le mode de coordination point-à-point peut être considéré comme un cas particulier du mode décentralisé : les entreprises restent autonomes par rapport à la prise de décision, et elles ne communiquent qu'avec leurs partenaires directs, en amont et en aval par rapport au flux de produit.

2.3.4 Nouvelles technologies au service de la coordination des chaînes logistiques

Si le développement technologique a participé à l'augmentation de la concurrence, il a également permis l'apparition de nouveaux moyens de communication. A travers trois études de cas du secteur de la grande distribution (Pramatari, 2007) s'est penché sur l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) dans la collaboration entre partenaires. Les NTIC facilitent la collaboration entre partenaires de la chaîne logistique (Neubert, Ouzrout, & Bouras, 2004). Les progiciels de gestion font partie des nouvelles technologies qui ont été utilisées pour développer les performances des entreprises. Le but des progiciels de gestion est de réduire l'incertitude des informations en travaillant sur quatre notions (Dominguez & Lashkari, 2004) : la disponibilité, la représentabilité (précision de l'information par rapport au message à transmettre), le délai

entre l'occurrence d'un événement et sa prise en compte, la périodicité du renouvellement des informations. Les technologies les plus connues sont les : ERP, APS, CERM, EDI et RFID :

2.3.4.1 ERP

Les ERP (*Enterprise Resource Planning*) sont des progiciels qui permettent l'intégration de l'ensemble des fonctions d'une entreprise, comme les achats, les ventes, la gestion des ressources humaines, la gestion financière, la production, etc. A l'aide d'un tel système, les utilisateurs appartenant à différents métiers travaillent dans un même environnement, se reposent sur une base de données unique, ce qui assure l'intégrité des données, la non-redondance de l'information et des temps de traitement réduits (Kelle & Akbulut, 2005b). Les ERP facilitent le partage des informations en temps réel dans la chaîne. Un ERP fournit à l'ensemble des acteurs de l'entreprise une information unifiée, intègre, cohérente et homogène (Min, Zhou 2002).

2.3.4.2 APS

Les APS (*Advanced Planning Systems or Scheduling*) sont nés de l'ajout aux ERP de fonctionnalités de type planification, production et prévisions de la demande. Les APS peuvent notamment prendre en compte des contraintes de capacité des ressources, simuler plusieurs scénarios de planification et gérer plusieurs sites de production (Genin, Thomas, & Lamouri, 2007).

Les APS sont souvent basés sur la programmation linéaire et les algorithmes génétiques. Ils peuvent intégrer différentes logiques de calcul de besoins et sont capables d'optimiser la plupart des fonctions des entreprises : achat, production, transport, distribution et ventes (Stadtler, 2005). Les fonctionnalités des APS peuvent être utilisées pour optimiser l'intégration et le partage d'informations des chaînes logistiques (Stadtler & Kilger, 2000).

2.3.4.3 CRM

CRM (*Customer Relationship Management*), en français la gestion de la relation client, est également un outil support à la coordination orientée client. Le CRM permet une gestion optimisée de la relation client entreprise afin de mieux comprendre et satisfaire les besoins des clients (Tseng & Huang, 2007). Le CRM permet également une amélioration de la fiabilité des prévisions de ventes.

2.3.4.4 EDI

L'EDI (*Electronic Data Interchange*) est une transmission de données d'ordinateur à ordinateur. Il permet une transmission d'informations directe entre les membres de la chaîne logistique. Les avantages les plus cités de l'EDI sont la réduction de papiers, d'erreurs, de délais, de ressources humaines et de stocks (Bourland, Powell, & Pyke, 1996). L'EDI est un facteur très important pour l'efficacité de la chaîne logistique. Les coûts d'un EDI sont variables. Pour des versions très simples, ils peuvent être gratuits. Pour une installation complète, les montants atteignent plusieurs milliers d'euros. Le prix final dépend de plusieurs paramètres (volumes d'échange d'informations, nombre de documents électroniques, le temps d'implémentation, les coûts de maintenance, ...) (Lehtonen et al., 2005).

2.3.4.5 RFID

La RFID (*Radio Frequency Identification*) est une technologie d'identification automatique qui transmet des informations par des fréquences radio. Un système RFID est composé de trois éléments : un tag ou une étiquette formée d'une puce reliée à une antenne, un lecteur (fixe ou mobile) permettant l'émission ou la réception d'informations par signal radio et un Middleware qui contrôle et filtre les données récoltées par les lecteurs. Le Middleware est l'interface entre les données récoltées et les systèmes d'information de l'entreprise. Les RFID apportent beaucoup de solutions au domaine du SCM. Ils participent à l'amélioration de la performance des chaînes logistiques et à la réduction des erreurs. Cette technologie permet une transmission de l'information entre les produits et les logiciels de traitement en temps réel. Les informations transmises sont variées, elles peuvent contenir les dates, les quantités et les lieux de livraisons des produits, le nombre de produits en stock, etc. (S. J. Wang, Liu, & Wang, 2008) ont étudié l'impact de la RFID dans le cas d'une chaîne logistique taïwanaise. Ils ont trouvé que le passage d'une gestion à flux tirés, facilité par la RFID, a permis une réduction de 6.9 % sur les stocks et une augmentation de 7.6% de la rotation d'inventaire.

2.4 La gestion des flux dans les chaînes logistiques

La gestion et la coordination des flux est essentielle afin d'arriver à des chaînes logistiques efficaces. Les différents flux qui traversent la chaîne logistique sont répartis en trois types :

Les flux physiques: tels que les flux de matières premières, de produits en-cours et de produits finis. Ces flux traversent la chaîne logistique d'amont en aval essentiellement ;

Les flux d'informations : tels que les informations concernant l'état du système, le niveau des stocks et des en-cours, ou la demande. Ce type de flux peut s'effectuer dans les deux sens ;

Les flux financiers : ils sont la contrepartie des flux physiques et traversent donc la chaîne d'aval en amont.

La notion de pilotage de flux a connu une évolution très importante à travers le temps. A ses débuts, elle se limitait à la gestion de stocks. Par la suite, elle s'est étendue à la gestion de la partie production. De nos jours, la gestion des flux concerne l'ensemble des règles de gestion des flux de la chaîne logistique dans sa globalité. Piloter les flux dans la chaîne logistique consiste à prendre des décisions, à chaque étape de la chaîne et pour chaque entité, permettant de déterminer quand et en quelle quantité lancer une activité. Ces décisions sont prises en prenant en considération les informations disponibles qui renseignent sur l'état du système.

2.4.1 Gestion de la production

2.4.1.1 Production à la commande ou Make To Order (MTO)

En MTO, le fabricant attend la réception des commandes des clients pour lancer la production. Ce mode de gestion est typique des entreprises qui réalisent des produits spécifiques, souvent complexes. En production à la commande, le fabricant ne subit pas des coûts de stockage et ne prend aucun risque d'avoir des produits invendus. Néanmoins,

l'inconvénient majeur de ce mode est d'avoir un délai de livraison assez long. On parle **d'assemblage à la commande** (Assemble to Order ou **ATO**) lorsque les composants à assembler pour obtenir le produit final sont disponibles en stock. On parle de **fabrication à la commande** (Engineer to Order ou **ETO**) lorsque c'est uniquement à la réception de la commande que la conception des produits est effectuée.

2.4.1.2 Production pour stock ou Make To Stock (MTS)

En MTS, le fabricant produit avant d'avoir reçu la commande du client et constitue ainsi un stock à partir duquel les clients vont être servis. Ce mode est répandu chez les fabricants des produits de grande distribution. Les délais de livraison sont très réduits voir même nuls. Néanmoins, la production par anticipation est coûteuse en stock.

2.4.2 La gestion des stocks

L'un des plus anciens problèmes de gestion des stocks a été probablement celui de collecter des aliments quand ils étaient disponibles et de les stocker pour les besoins futures. L'objectif était de stocker le maximum afin d'assurer la survie de l'humanité. Ainsi, de hauts niveaux de stocks étaient considérés bénéfiques pendant une longue période de l'histoire.

Jusqu'en 1970, l'économie était basée sur l'offre, les entreprises produisaient principalement sur stock induisant de fortes immobilisations financières (Tan, 2001). A partir du 20^{ème} siècle, les organisations commencent à revoir cette vision. La nouvelle perception a été que les stocks étaient onéreux mais essentiels et les industriels ont réalisé que les coûts de possession de stocks étaient trop élevés. La gestion scientifique des stocks est alors apparue pour trouver des compromis entre les avantages du stockage et ses coûts. La période 1970-1980 voit l'essor d'une économie basée sur la demande et les entreprises produisent à la commande. Le 21^{ème} siècle a connu l'expansion du principe du juste à temps. Ce principe est l'inverse total de la première vision du 17^{ème} siècle où le stock était considéré comme une richesse. Pour l'école japonaise, fondatrice du juste à temps, les stocks sont considérés comme des pertes (Brewer, Buton, & Hensher, 2001).

L'analyse de la demande est une étape délicate de la gestion des stocks. En effet, la difficulté d'évaluation des demandes futures est la cause essentielle de l'existence de stocks (Marshall L Fisher, 1997). Il est donc important d'avoir connaissance du type de la demande afin de bien gérer les stocks. (Giard, 2003) présente la typologie de la demande suivante : la demande est dite « certaine » si la quantité qui sera commandée est connue à l'avance avec certitude. Si elle n'est connue qu'en probabilité, la demande est dite « aléatoire ». Si la loi de probabilité que suit la demande n'est pas connue alors on parlera de demande en univers incertain. Si la demande s'étale dans le temps, deux distinctions sont à faire : soit les caractéristiques de la demande ne varient pas, la demande est dite « statique ou stationnaire ». Soit les caractéristiques de la demande évoluent au cours du temps, on parlera alors de demande « dynamique ».

La gestion des stocks est un aspect important de la coordination de la chaîne logistique. C'est un ensemble de règles permettant de décider quand et combien commander de produits. Le but de la gestion des stocks est de pouvoir faire face à la demande dans l'objectif de maximiser la rentabilité d'une entreprise en minimisant le coût de stockage tout en satisfaisant les exigences de service client (D M Lambert, Cooper, & Pagh, 1998). Deux politiques de gestion de stock de base existent, la politique de gestion de stock à point de commande et la politique à reapprovisionnement périodique.

2.4.2.1 *La politique de gestion de stock à point de commande (s, Q)*

Ce mode se caractérise par une quantité de commande fixe et un intervalle de réapprovisionnement variable. Sous cette politique, une quantité fixe Q (*quantité de réapprovisionnement*) est commandée chaque fois que la position du stock atteint un seuil minimum appelé *point de commande* « s » (ou stock d'alerte).

Le niveau de recomplètement de stock est fonction de la demande moyenne durant le délai de réapprovisionnement et d'un stock de sécurité qui permet de couvrir les variations de la demande (Riika Kaipia & Tanskanen, 2003).

La quantité économique est la quantité commandée qui minimise la somme des coûts des stocks. Elle résulte donc d'un compromis entre les coûts de détentions de stocks et les coûts de passation de commande. Les coûts de détention augmentent avec la quantité, il faudrait pour les réduire, multiplier les petites commandes. Les coûts de passation de commande augmentent avec le nombre de commandes, il faudrait pour les réduire, ne passer que de grosses commandes.

2.4.2.2 *La politique de gestion de stock à recomplètement périodique (T, S)*

Cette politique se caractérise par une quantité de réapprovisionnement variable à intervalle fixe. Toutes les T unités de temps, une quantité variable est commandée de manière à ramener la position du stock à une valeur donnée, appelée le *niveau de recomplètement* ou encore *stock nominal* noté S (Voir Équation ci dessous), avec : $Q = S - s$.

Par la suite, plusieurs autres variantes de ces politiques ont été développées. Telles que la politique (s, S) qui combine les deux politiques précédentes en utilisant à la fois un seuil de commande s et un niveau de recomplètement S , ou la politique (T, s, S) qui assure un suivi périodique en ayant les mêmes paramètres de la politique (s, S). Pour plus d'informations sur ces politiques, voir les travaux de (Silver & Peterson, 1985).

2.5 La Performance dans les chaînes logistiques

Nous choisissons de commencer cette section par deux citations anglaises : “*Measurement is complex, frustrating, difficult, challenging, important, abused and misused*” (Sink, 1991). Mais comme le souligne (Harrington, 1991) : “*If you cannot measure it, you cannot control it. If you cannot control it, you cannot manage it. If you cannot manage it, you cannot improve it*”. Ainsi, la première étape de l'amélioration de la performance consiste à mesurer d'abord la performance effective de l'entreprise. Parce que si l'on ne mesure pas la performance d'un système on ne peut ni le gérer ni l'améliorer.

2.5.1 Définitions

2.5.1.1 *La Performance*

La signification du terme performance ne fait pas l'unanimité entre les auteurs. Certains auteurs utilisent la performance comme synonyme de productivité, par contre d'autres font

une distinction entre productivité et performance comme c'est le cas par exemple pour (Kearney, 1985) qui pose que : *Performance = output réel/output standard* ; à la différence de la productivité qui elle est définie comme : *Productivité = output réel/input réel*. D'autres auteurs préfèrent évaluer la performance selon des critères prédéfinis. C'est le cas pour (Sink, 1991) qui évalue la performance d'une entreprise selon sept dimensions : l'efficacité, l'efficience, la productivité, la qualité des produits, la qualité de vie des employés, l'innovation et la rentabilité. Pour Sink, la performance est en relation avec ce qui est réalisé et comment s'est réalisé. (Lo, Yeung, & Cheng, 2009) proposent que la performance soit définie comme étant l'efficience et l'efficacité d'une action. Pour (Burlat & Boucher, 2003), la performance est déclinée en terme d'efficacité, de pertinence et d'efficience. Pour (Shepherd & Günter, 2006), la performance est l'ensemble de mesures utilisées dans la quantification de l'efficience et de l'efficacité d'une action. Pour (Stefan, 2004), la performance est l'efficience et l'efficacité d'une organisation à réaliser ses objectifs. (Pichot, 2006) mesure la performance logistique par la *capacité du système à disposer des produits souhaités au moment voulu, avec le niveau de service objectif tout en minimisant les coûts*. La définition que nous avons choisi de retenir dans ce travail est celle de (Hausman, 2003) pour qui **la performance de la chaîne logistique fait référence à la capacité de cette chaîne à répondre aux demandes du client**.

2.5.1.2 L'Efficacité

L'efficacité peut définir dans quelle mesure un objectif est réalisé soit en terme de production (John T Mentzer & Ponsford Konrad, 1991; Andy Neely, Gregory, & Platts, 2005; Young, Shields, & WOLF, 1988) ou en terme d'exigences clients (Andy Neely et al., 2005; Young et al., 1988). De même, (Van der Meulen & Spijkerman, 1985) définissent l'efficacité comme le ratio entre l'output réalisé et l'output standard. Cette définition de l'efficacité ressemble à celle donnée par (Kearney, 1985) lors de la définition de la performance. Ce constat illustre tout à fait la difficulté de délimiter des frontières entre la performance et l'efficacité. (Young et al., 1988) font un lien entre performance et efficacité en déclarant que la performance gagne en efficacité lorsque l'écart décroît entre l'objectif de production et la production réalisée. Ainsi, une sous ou sur production réduisent toutes deux l'efficacité. Un niveau d'efficacité satisfaisant peut être convenu arbitrairement. Il est donc nécessaire lors de la définition de l'efficacité de préciser quel niveau considéré comme « adéquat ».

Par contre, pour (Mouzas, 2006) l'efficacité n'est pas une caractéristique des résultats d'une organisation mais elle est un processus continu qui relie l'entreprise à ses partenaires. Une entreprise efficace est celle qui est en mesure de créer de la valeur et des profits pour elle-même ainsi que pour ses partenaires. L'efficacité a été aussi définie comme la capacité de l'entreprise à atteindre une croissance pérenne (Mouzas, 2006).

Ainsi, il existe deux courants de pensées. Des auteurs pour qui l'efficacité est mesurable et est liée au degré de satisfaction des objectifs, et des auteurs pour qui l'efficacité n'est pas forcément quantifiable mais représente plutôt une démarche d'amélioration continue des entreprises. De notre côté, nous choisissons de définir l'efficacité comme « *un ensemble de critères qui définissent l'aptitude d'une entreprise à réaliser ses objectifs de production* ».

2.5.1.3 L'Efficience

Les articles qui traitent de l'efficience renferment deux aspects : un aspect financier et un autre opérationnel. Dans le domaine des finances, l'efficience est en rapport avec les marges d'exploitation et le besoin en fond de roulement. Elle implique la capacité de l'entreprise à développer sa propre stratégie afin d'arriver à une croissance durable (W. P. Wong & Wong,

2007). Ces dernières années d'autres considérations sont apparues rendant ainsi l'efficacité difficile à mesurer (G. Stewart, 1997).

Tableau 2 : Les définitions de l'efficacité

Aspects	Auteurs	Définition de l'efficacité
Aspects Financiers	(Moran & Ghoshal, 1999)	concerne la minimisation des coûts et l'optimisation des profits : $Efficiency = Profit/Revenus$
	(W. P. Wong & Wong, 2007)	ratio des revenus par les coûts totaux de la chaîne logistique $Efficiency = Revenus/Coûts$
Aspects Opérationnels	(Young et al., 1988)	mesure l'effet de produire une quantité définie avec un minimum de ressources et un minimum de pertes. $Efficiency = Bons Outputs/Outputs totaux$
	(W. C. Hansen, 1991)	ratio entre le niveau normal et le niveau réel d'input $Efficiency = Inputs Réels/Inputs Standards$
	(John T Mentzer & Ponsford Konrad, 1991)	l'indicateur du degré avec lequel l'objectif est atteint. $Efficiency = Ressources utilisées/Résultats Obtenus$
	(Andy Neely et al., 2005)	mesure comment les ressources de l'organisation sont utilisées de manière optimale lors de l'accomplissement des activités destinées à la satisfaction client.

D'après le tableau ci-dessus, nous considérons le ratio défini par (Young et al., 1988) comme le moins représentatif, nous trouvons qu'il s'apparente plus à un calcul de taux de qualité que d'efficacité. La définition de (Andy Neely et al., 2005) est la plus complète même s'ils ne donnent pas de méthode pour mesurer l'efficacité : « l'efficacité mesure comment les ressources de l'organisation sont utilisées de manière optimale lors de l'accomplissement des activités destinées à la satisfaction client ». (John T Mentzer & Ponsford Konrad, 1991) renforcent le fait que la mesure de l'efficacité uniquement est insuffisante. Ils critiquent le ratio qu'ils utilisent pour le calcul de l'efficacité (voir Tableau 2). Ils admettent que ce ratio ne donne pas d'information sur la manière dont les ressources ont été utilisées. Si par exemple un objectif est partiellement atteint, le succès de l'effort fourni ne sera que partiel. C'est ainsi qu'ils ajoutent à ce ratio la nécessité d'analyser également le ratio qui informe sur la consommation d'inputs. (F. E. Clark, 1921) souligne qu'il ne suffit pas à un système d'être peu onéreux pour être efficace. En effet, si un système est inefficace il sera considéré inefficace même s'il est peu onéreux. C'est pour cela qu'il est important de compléter la description de l'efficacité d'un système en informant de son efficacité. L'efficacité est donc une condition nécessaire mais non suffisante à l'analyse des performances des entreprises (Mouzas, 2006).

2.5.2 La mesure de la performance

La mesure de la performance est un sujet largement utilisé mais rarement définie. Le Tableau 3 donne quelques définitions rencontrées dans la littérature.

Tableau 3 : Définitions de la mesure de la performance

Auteurs	Définition
(Rose, 1995)	The process of evaluating performance relative to a defined goal.
(Cook, Vansant, Stewart, & Adrian, 1995)(Rose, 1995)	The process of evaluating performance in terms of the explicit short-, medium-, and long-term objectives achieved and reporting the results to management.
(Andy Neely et al., 2000) (Andy Neely et al., 2005)	The process of quantifying the efficiency and effectiveness of action.
(Gunasekaran, 2001)	The process of transferring the complex reality of performance into a sequence of limited symbols that can be communicated and reproduced under similar circumstances.

La synthèse de (R. C. Hansen, 2001) a retenu notre attention de part sa précision et son exhaustivité. Ces auteurs mesurent la performance en fonction de l'efficacité, de l'efficience et de la productivité (Figure 3) tels que :

- *Efficience* = $\text{Inputs Réels} / \text{Inputs Standards}$
- *Efficacité* = $\text{output réel} / \text{output standard}$. Avec prise en compte de l'objectif dans le calcul de l'output standard.
- *Productivité* = $\text{output réel} / \text{input réel}$.

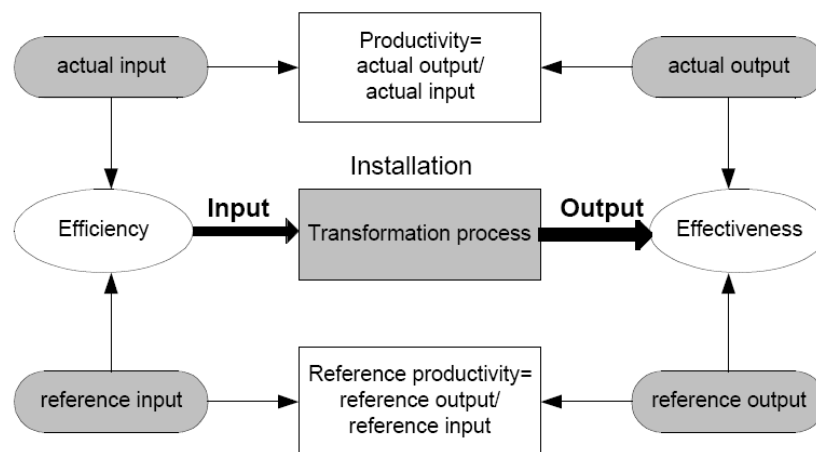


Figure 3 : Effectiveness and efficiency (R. C. Hansen, 2001)

Ainsi la définition que nous proposons est que la mesure de la performance correspond au processus de quantification de l'efficience et de l'efficacité d'une action et de l'évaluation des résultats obtenus par rapport aux objectifs prédéfinis.

2.5.2.1 Les indicateurs de performance

Un indicateur de performance est une métrique utilisée pour quantifier l'efficacité et/ou l'efficacité d'une action (Gunasekaran, 2001; Andy Neely et al., 2005; Shepherd & Günter, 2006). De plus, (Neubert et al., 2004) associent à la mesure d'efficacité un objectif et des variables d'action. Les indicateurs de performance ont deux fonctions : ils peuvent être utilisés pour évaluer et mesurer les objectifs déjà réalisés ou bien pour se fixer des objectifs à atteindre dans le futur (Bhagwat & Sharma, 2007). L'entreprise est dite performante si ses indicateurs correspondent à une certaine valeur fixée par les preneurs de décisions.

Plusieurs articles font un recensement des indicateurs de performances utilisés dans le SCM : (Benita M Beamon, 1998; Bhagwat & Sharma, 2007; Gunasekaran, Patel, & McGaughey, 2004; Hon, 2005; John T Mentzer & Ponsford Konrad, 1991; Andy Neely et al., 2005; Shepherd & Günter, 2006). Par exemple, (Benita M Beamon, 1998) classe les mesures de performance en deux catégories : les mesures qualitatives et quantitatives. Ces mesures sont présentées dans le Tableau 4. (Gunasekaran, 2001) fait une catégorisation des mesures selon plusieurs critères : le processus qu'elles évaluent, leur caractère financier ou non ainsi que leur caractère stratégique, tactique ou opérationnel. La Figure 4 comprend quelques indicateurs de suivi présentés par ces auteurs. Le Tableau 5 fait une synthèse des principaux indicateurs de performance que nous avons rencontrés dans notre revue de la littérature.

Tableau 4 : Classification des indicateurs de performance selon (Benita M Beamon, 1998)

Nature	Mesure	Description
Mesures Qualitatives	Satisfaction client	Elle comprend trois éléments : La satisfaction pré-transaction (précède l'obtention du bien) – La satisfaction de la transaction (directement liée à la distribution du produit) – La satisfaction poste-transaction (liée à l'utilisation du produit).
	Flexibilité	Mesure la capacité de l'entreprise à s'adapter aux variations de la demande.
	Intégration des flux	Mesure l'étendu selon laquelle les flux d'informations et les flux physiques sont échangés entre les fonctions.
	« Effective Risk Management »	Le degré de minimisation des risques de la CL
	Performance du fournisseur	Mesure sous quelles proportions les produits livrés par le FO sont de bonne qualité et livrés à temps.
Mesures Quantitatives	Indicateurs coûts	Minimisation des coûts Maximisation des ventes Maximisation des profits Minimisation des coûts de stockage Maximisation du retour sur investissement
	Indicateurs clients	Maximisation du Fill Rate Minimisation des retards Minimisation du temps de réponse Minimisation des temps de production

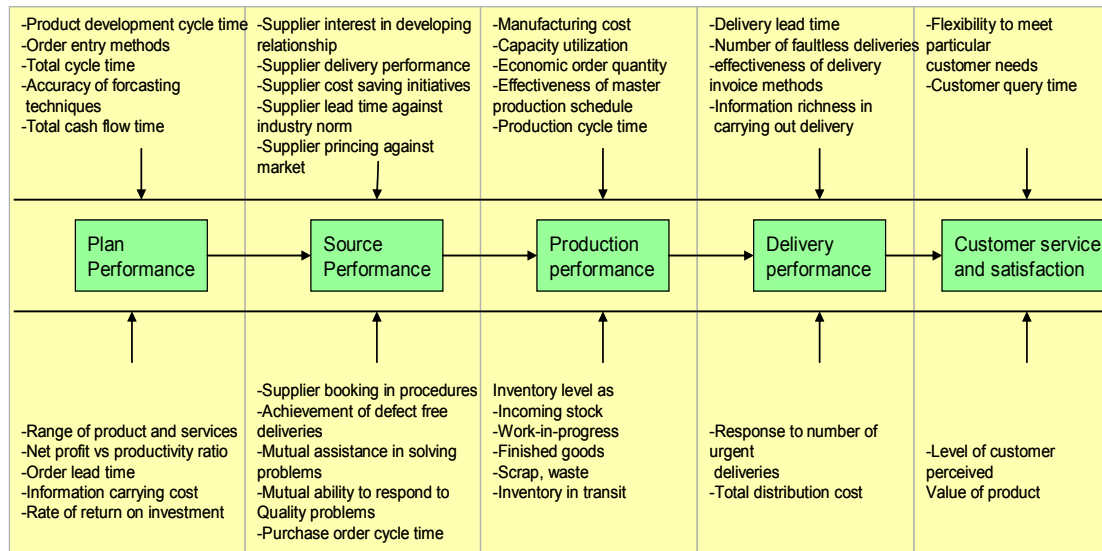


Figure 4 : Measures and metrics at four basic links in a SC (Gunasekaran, 2001)

Tableau 5 : Les indicateurs de performances rencontrés dans la littérature

Article	Indicateurs de Performance
(Swaminathan, Sadeh, & Smith, 1997)	Coûts – Profits – Taux de demandes satisfaites.
(Wu & Song, 1997)	Satisfaction client, indicateurs financiers et indicateurs environnementaux.
(F T S Chan, 2003)	Coût, qualité, utilisation des ressources, flexibilité, visibilité, confiance et innovation.
(G. Huang et al., 2003)	Indicateurs stockage : coûts de possession et coûts de ruptures, niveaux de stock, stock de sécurité. Indicateurs processus : coûts opérationnels, qualité, utilisation des ressources. Indicateurs livraisons : délai et retard. Indicateurs disponibilité des biens et des services : taux de couverture (fill rate) et temps de rupture. Indicateurs financiers : revenus, profit et rotation de stock. Indicateurs Bullwhip Effect – Indicateurs service client.
(Hon, 2005)	Indicateurs temps : production, changements de série, cycle, pannes, livraison, setup, Indicateurs coûts : frais généraux, déchets, setup, main d'œuvre, production unitaire, Indicateurs qualité : taux de qualité moyen, taux de retour, taux de qualité du fournisseur, Indicateurs flexibilité : livraisons, machines, processus, chaîne logistique, Indicateurs productivité : efficacité des machines, productivité de la main d'œuvre, valeur ajoutée par employé, OEE ² . Indicateurs sociaux : pourcentage de postes féminins, formation des employés, turnover des employés, Indicateurs environnementaux : émissions carbone, consommation énergétique, déchets, niveau de recyclage.
(H. K. Chan & Chan,	Coûts - Fill rate ³ .

² OEE : Overall Equipment Effectiveness.

Article	Indicateurs de Performance
2006)	
(S. H. Li et al., 2006)	Retour sur investissement, part de marché, profit, ventes, compétitivité.
(M.-C. Chen, Yang, & Yen, 2007)	Coût total – Taux de service – Lead Time ⁴ .
(Schmidt, 2007)	Niveaux de stock – Taux de livraisons complètes : Ratio entre les quantités livrées et commandées.
(Bhagwat & Sharma, 2007)	Indicateurs de production : capacité d'utilisation, efficacité des techniques de planification. Indicateurs de livraison : délais de livraison, nombre de livraison en retard, mode de livraison, localisation des entrepôts, qualité de l'information.
(Bhagwat & Sharma, 2007)	Indicateurs approvisionnements : méthode, délais et parcours de la commande. Relations qui existent entre partenaires, flexibilité, taux de service, temps de cycle total, Indicateurs production : capacité d'utilisation, efficacité de la planification. Indicateurs livraison : délais de livraison, nombre de livraison en retard, mode de livraison, localisation des entrepôts, qualité de l'information communiquée durant la livraison.
(Mehrabikoushki, 2008a)	Coûts de possession de stock, coûts de rupture du stock, coûts opérationnels, profit, Bullwhip Effect, niveaux de stock, fill rate, temps de rupture, retard, qualité.
(Xue, Shen, Tan, Zhang, & Fan, 2011)	Service Rate – coûts de stockage.

2.6 Les Systèmes de Mesure de la Performance (PMS)

2.6.1 Historique du PMS

Le système de mesure de performance (PMS) doit ses origines aux anciens systèmes comptables. Le PMS est passé par deux phases. La première a commencé fin 1880, et la seconde, un siècle plus tard, fin des années 1980 (Gomes, Yasin, & Lisboa, 2004). Lors de la première phase le système était orienté vers le calcul des coûts. Les indicateurs types étaient les profits et le retour sur investissement (Bourne, Neely, Mills, & Platts, 2003). Après la seconde guerre mondiale, des indicateurs non financiers ont été utilisés mais ils n'étaient pas encore très précis. Lors de la seconde phase, fin des années 1980, les entreprises ont fait face à une concurrence accrue. Elles s'intéressaient, en plus des indicateurs financiers, à d'autres mesures telles que la mesure de la qualité des produits, la flexibilité et les délais de production (G. Stewart, 1995). Début 2000, le système de mesure de performance s'étend vers une approche intégrée. Des indicateurs « verts » sont pris en compte. Le concept de développement durable a été introduit par les nations unies en 1987. Il a été défini comme une

³ Fill Rate (La proportion des demandes satisfaites): c'est le rapport entre le nombre de demandes satisfaites dans les délais sur le nombre total de commandes. Dans la pratique les industriels préfèrent le rapport en nombre d'articles.

⁴ Lead Time (Le temps de cycle total ou délai de réapprovisionnement) : est le délai entre la réception d'une commande et sa livraison.

forme de développement qui répond aux exigences du présent sans compromettre la satisfaction des besoins des générations futures. Depuis, des progrès ont été atteints aux sommets de Rio et de Johannesburg en 1992 et 2002 (Hon, 2005). Aujourd'hui, les entreprises prennent conscience qu'il existe une nécessité absolue de trouver un équilibre entre les besoins économiques, sociaux et environnementaux.

2.6.2 Définitions du PMS

Nous résumons les définitions du PMS que nous avons rencontrées dans la littérature sur le Tableau 6.

Tableau 6 : Définition du Système de Mesure de Performance

Auteurs	Définition du PMS
(John T Mentzer & Ponsford Konrad, 1991)	Un ensemble des métriques utilisées pour quantifier et analyser l'efficacité et l'efficacité d'une action.
(Lebas, 1995)	Un processus de transformation d'un modèle réel complexe en une séquence de symboles qui peuvent être communiqués et qui peuvent être plus ou moins reproduit sous de mêmes conditions.
(U. S. Bititci, Carrie, & McDevitt, 1997)	Un processus de reporting qui permet aux employés d'avoir un retour sur les actions réalisées.
(Holmberg, 2000)	Un système qui fournit une définition formelle du modèle de la performance de la chaîne logistique basée sur des objectifs mutuellement convenus, des mesures qui précisent les procédures, les règles du système de mesure et les responsabilités des participants
(Andy Neely et al., 2000) et (Taticchi, Tonelli, & Cagnazzo, 2010)	Un système équilibré et dynamique qui aide à la prise de décision à travers la collecte, l'élaboration et l'analyse des informations. Le terme « équilibré » sous entend un besoin de faire appel à différentes mesures qui permettent une vue globale de l'organisation. Le concept de « dynamisme » fait référence au besoin de développer en continu le système de contrôle et de mise à jour des objectifs et priorités.

2.6.3 Les caractéristiques du PMS

(B. M. Beamon, 1999) synthétise en quatre points les caractéristiques principales que doit satisfaire un PMS pour être couronné de succès :

L'exhaustivité (mesure de tous les aspects pertinents), cela rejoint l'avis de (Felix T.S. Chan, Chan, & Qi, 2006) qui utilisent des indicateurs transversaux afin d'assurer le suivi de la chaîne logistique étendue. Pour (Andy Neely et al. 2000), le PMS doit comprendre des indicateurs financiers et opérationnels. (Gunasekaran et al., 2004) recommandent de construire des indicateurs de suivi pour chaque niveau de prise de décision aussi bien au niveau stratégique, tactique qu'opérationnel ;

L'universalité (permettre la comparaison de conditions de fonctionnement différentes), (Andy Neely et al., 2000) ont rajouté à cette caractéristique l'aspect d'évolutivité dans le temps, pour ces auteurs le PMS doit être dynamique et utiliser des indicateurs différents en fonction des besoins ;

La cohérence (avec les objectifs des entreprises), cette caractéristique a également été abordée par (Andy Neely et al., 2000) et (Gunasekaran et al., 2004) qui ont lié les mesures de performance aux objectifs stratégiques de l'organisation ;

La mesurabilité, pour (Andy Neely et al., 2000), les indicateurs de performances doivent être simples à obtenir et à comprendre et il est préférable d'utiliser des ratios au lieu des valeurs absolues. Enfin, (Pawar & Driva, 1999) préconisent de commencer par utiliser pas plus de cinq mesures de performances.

2.6.4 Les standards de mesure de performance

Des standards destinés à mesurer la performance des entreprises ont été définis. Ils proposent un ensemble complet d'indicateurs reconnus pour leur efficacité. Le principal intérêt de la standardisation est de donner une définition commune pour chaque indicateur. De plus, l'utilisation d'une méthode de calcul commune garantit que l'indicateur soit bien calculé, facilite le benchmark et permet de comparer entre des mesures homogènes.

Un nombre conséquent de méthodes de mesure de performance a été étudié dans la littérature, ils sont présentés sur le Tableau 7. Nous choisissons d'en détailler les plus utilisés à savoir : le modèle SCOR, BSC, SMART et OEE.

Tableau 7 : *Summary of performance measurement models* (Felix T.S. Chan et al., 2006; Hon, 2005)

PMS	Auteurs
Performance Criteria System	(Globerson, 1985)
PM Matrix	(Keegan, Eiler, & Jones, 1989)
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	(Nakajima, 1989)
Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique (SMART)	(Cross & Lynch, 1989)
PM Questionnaire	(Dixon, Nanni, & Vollmann, 1990)
Performance Measurement Questionnaire (PMQ)	(Dixon et al., 1990)
Results and determinants Framework	(Fitzgerald, Johnston, Brignall, Silvestro, & Voss, 1991)
Balanced Scorecard (BSC)	(Kaplan & Norton, 1992)
Strategic Performance Measurement System	(Vitale, Mavrinac, & Hauser, 1994)
Supply Chain Operations Reference (SCOR)	(Council, 1996)
Integrated Dynamic Performance Measurement System (IDPMS)	(Ghalayinin, Noble, & Crowe, 1997)
Holistic Process Performance Measurement System (PPMS)	(Kueng, 2000)
Performance Prism	(A. Neely & Adams, 2000)
PM System	(Medori & Steeple, 2000)
Integrated PM System	(U. Bititci, Carrie, & Turner, 2002)
Interface Based Measurement System (IBMS)	(D.M. Lambert & Pohlen, 2001)
Perspective Based Measurement System (PBMS)	(Otto & Kotzab, 2003)
Function Based Measurement System (FBMS)	(M. Christopher, 2005)

2.6.4.1 Le Modèle Supply Chain Operations Reference (SCOR)

Le modèle SCOR est un modèle qualitatif, basé sur un benchmarking des modélisations de la chaîne logistique. Il a été introduit pour la première fois en 1996 lors de la formation du *Supply Chain Council* (Council, 1996). Il peut être symbolisé par une pyramide de quatre

niveaux représentant les étapes de l'amélioration de la performance des chaînes logistiques. (Ramaa, Rangaswamy, & Subramanya, 2009) (Figure 5).

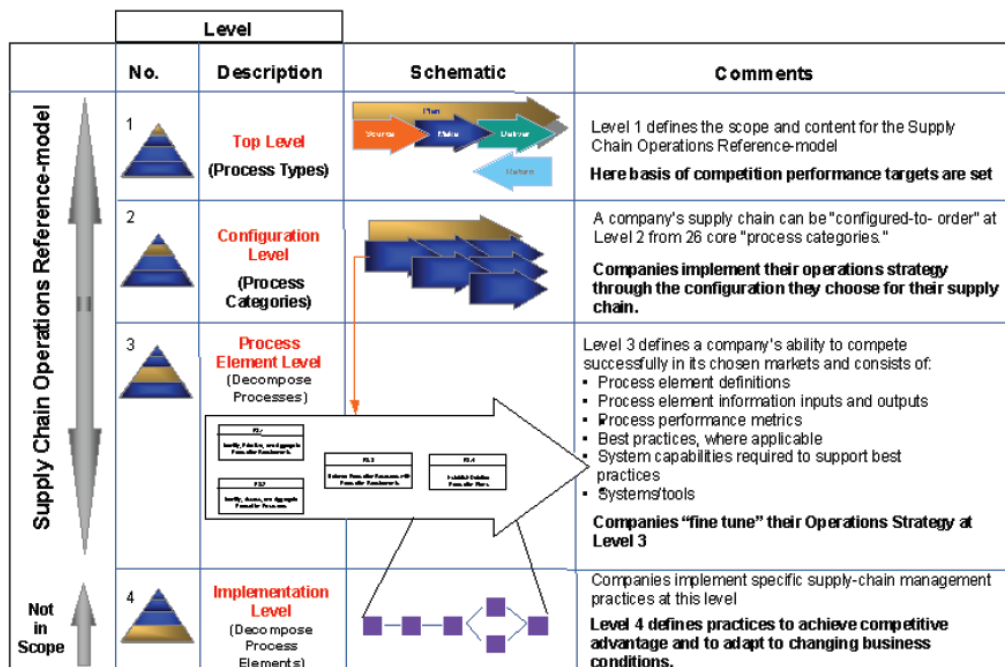


Figure 5 : Modèle SCOR avec les différents niveaux décisionnels, d'après (Council, 1996)

Le modèle SCOR décrit les processus clés et les bonnes pratiques de la chaîne logistique. Il répartit les indicateurs de suivi de la performance selon cinq perspectives : la fiabilité, la réactivité, la flexibilité, les coûts et la gestion des ressources de l'entreprise. Il est également organisé autour de cinq processus de management principaux (Figure 6) : - PLAN, processus de planification - SOURCE, processus d'approvisionnement - MAKE, processus de fabrication - DELIVER, processus de livraison - RETURN, processus de retour.

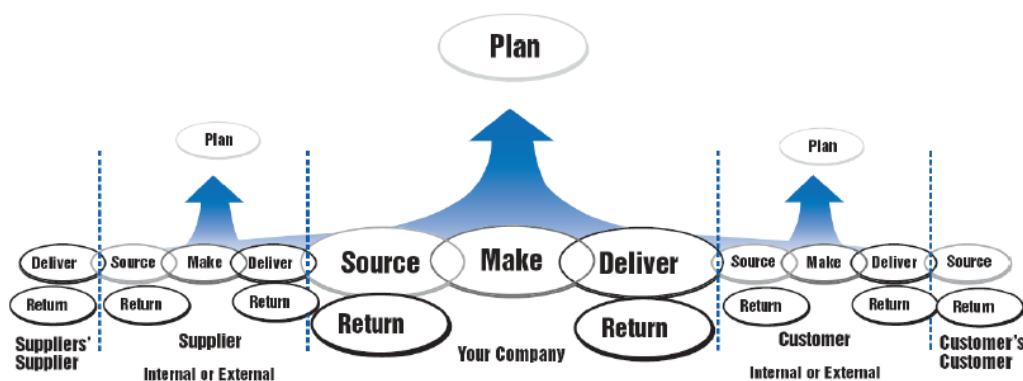


Figure 6 : Modèle SCOR avec ses processus, d'après (Council, 1996)

2.6.4.2 Supply Chain Balanced Scorecard (SCBS)

(Kaplan & Norton, 1992) ont proposé une méthode destinée à la sélection d'un ensemble réduit d'indicateurs de performance. Leur méthode est appelée : Balanced Scorecard (tableau de bord équilibré). Le BSC est l'un des systèmes de mesure de performance le plus répandu.

Son objectif est de traduire les missions de l'entreprise en des indicateurs de performance compréhensibles permettant un meilleur suivi. Cette approche multidimensionnelle fournit une évaluation plus exhaustive de la performance de l'entreprise (Hon, 2005). Le système BSC permet de considérer à la fois des mesures stratégiques, opérationnelles et financières. Cette méthode suggère que l'organisation soit analysée suivant quatre perspectives : la perspective finance, satisfaction client, processus interne et la perspective croissance et apprentissage. Sous cette dernière perspective sont étudiés la capacité des employés, la qualité des systèmes d'information, et les changements d'organisation mis en place pour faciliter l'atteinte des objectifs. Des indicateurs d'analyse sont spécifiés pour chacune de ces perspectives.



Figure 7 : The Balanced Scorecard system (Hon, 2005)

Il est fréquent que certaines mesures de performances soient antagonistes (respect des budgets et respect des délais de livraisons par exemple). Elles se voient alors sujettes à des compromis. C'est dans ces cas que le concept de BSC trouve toute sa pertinence. Gérer avec équilibre (Balance) tous les indicateurs (Scores) de performance. Toutefois, l'approche Balanced Scorecard comprend des faiblesses. Elle est principalement conçue pour fournir aux dirigeants une vue globale de la performance, et n'est pas destinée, ni applicable, aux niveaux opérationnels de la production (Hon, 2005).

2.6.4.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Depuis 1990, il y a eu un regain d'intérêt sur les méthodes d'évaluation de la performance. Cependant, la plupart des auteurs s'intéressent à l'évaluation financière et managériale. Peu d'études considèrent la mesure de la performance de la production d'un point de vue technologie et systèmes de production (Hon, 2005). L'Overall Equipment Effectiveness (OEE) est une mesure de la performance des équipements. Cet indicateur informe sur le niveau de réalisation atteint par les équipements par rapport à ce qu'il leur est possible de réaliser (Robert M. Williamson, 2006).

L'OEE est un indicateur généralisé, facile à calculer pour les entreprises et qui offre une évaluation globale du processus de production. De plus, il peut être implémenté facilement en paramètres de simulation. Le Tableau 8 le mode de calcul de cet indicateur.

Tableau 8 : Calcul du OEE

OEE Category	How it is Calculated
Downtime Losses	<p>Availability is the ratio of Operating Time to Planned Production Time (Operating Time is Planned Production Time less Downtime Loss). An availability of 100% means the process has been running with no stoppage.</p> $Availability = \frac{Operating\ Time}{Planned\ Production\ Time}$
Speed Losses	<p>Performance efficiency is the ratio of Theoretical/Ideal Speed to Actual Speed. A performance of 100% means the process has been consistently running at its theoretical maximum speed.</p> $Performance\ efficiency = \frac{Parts\ Produced}{Ideal\ Speed \times Operating\ Time}$
Quality Losses	<p>Quality is the ratio of Good Parts to Total Parts. A quality of 100% means no reject or rework parts have been rejected.</p> $Quality = \frac{Good\ Parts}{Parts\ Produced}$
OEE	$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Quality$

L'OEE permet d'identifier les principales pertes ou les raisons d'une faible performance. (Nakajima, 1989) a identifié et classé six principales pertes dues à la disponibilité, performance et qualité (Figure 8) : (1) faible productivité et pertes dues à une mauvaise qualité, (2) temps de setups et de changements de série, (3) pertes de production et (4) défauts dues à des dysfonctionnements, (5) différences entre les vitesses théoriques et réelles des machines, (6) pertes produites en phase de transition.



Figure 8 : Illustration of the main components of overall equipment effectiveness (OEE) (Sohal, Olhager, Neill, & Prajogo, 2010)

2.6.5 L'amélioration des performances

L'amélioration de la performance industrielle s'obtient en agissant sur deux types de leviers ou d'actions. Des actions sur les processus physiques et des actions sur la logistique industrielle. Chacune de ces actions peut correspondre à deux types d'approches d'amélioration de la performance : l'amélioration continue et l'amélioration par rupture.

2.6.5.1 *L'action sur les processus physiques*

Il s'agit là d'améliorer la performance intrinsèque du système industriel en agissant sur l'outil industriel et les processus physiques de production ou de transport : améliorer la qualité, la fiabilité des machines, la flexibilité. L'amélioration des processus physiques s'obtient par la mise en œuvre de méthodes connues telles que le Lean Manufacturing, la méthode SMED (Single Minute Exchange of Die) ou le TPM (Total Productive Maintenance) (Baglin & Bruel, 2001; Womack & Jones, 1994).

2.6.5.2 *L'action sur la logistique industrielle*

L'amélioration des performances par la logistique industrielle s'obtient par l'optimisation de la gestion de la chaîne logistique aux différents niveaux de décision (stratégiques, tactiques et opérationnels). Un exemple est donné par : le Juste-A-Temps développé par Toyota (Monden, 1993; Ohno, 1989), le partage d'informations ainsi que les méthodes de coopération entre entreprises (c. f. chapitres 3 & 4).

2.6.5.3 *L'amélioration continue*

L'amélioration continue correspond à la mise en œuvre de petits changements, graduels, fréquents et rapidement obtenus. En japonais cela s'appelle « *Kaizen* ». Cette approche a été introduite dans les années 90 par Masaaki Imai (Imai, 1989). Elle se base sur l'amélioration des performances par petits pas en impliquant les acteurs directs des processus concernés. Sa mise en œuvre repose sur le concept de la roue de Deming (Deming, 1982). Deming suggère une démarche itérative fondée sur quatre étapes successives connues sous l'acronyme de PDCA (*Plan – Do – Check – Act*) : 1/ prévoir et organiser 2/ exécuter 3/ Mesurer et vérifier et 4/ réagir pour améliorer.

2.6.5.4 *L'amélioration par rupture ou le reengineering*

Le second courant de progrès est celui de la transformation dite par rupture. Cette approche, a pour objectif de réaliser un bon significatif de performance. Elle correspond à la mise en place de grands changements, le plus souvent très ponctuels, en rupture importante avec le fonctionnement existant et réalisés à l'issue d'un délai généralement long. Le reengineering (ou *Business Process Rengineering* ou *BPR*) a été introduit par (Hammer & Champy., 1993). Il est défini comme une remise en cause fondamentale et une reconfiguration radicale des processus opérationnels de l'entreprise pour obtenir des gains significatifs dans les performances. Selon (T. . Davenport & Short., 1990), le reengineering analyse et structure les flux et processus inter et intra organisations. L'action du reengineering repose sur la défragmentation et la simplification des processus (Giard, 2003). Il est à noter que le reengineering est souvent associé à une action de mise en place ou de refonte des systèmes d'information. Le reengineering comprend quatre étapes (Kettinger, Teng, & Guha, 1997) : initier le projet, diagnostiquer le système en place, reconcevoir les processus, les déployer et évaluer les performances du nouveau système. L'éventail des objectifs du reengineering va d'opérations ponctuelles d'amélioration de la productivité, à la mise en œuvre de stratégies organisationnelles globales (Souilah, 2008).

L'action sur les processus physiques et l'action sur la logistique industrielle sont complémentaires. A un niveau donné de performance des processus physiques, il est possible d'améliorer la logistique jusqu'à un niveau plafond que limitent les processus physiques et vis

et versa. Il en est de même pour l'amélioration des performances continue et par rupture. Elles sont à mener conjointement afin d'arriver à la performance maximale des entreprises.

2.7 Synthèse et positionnement

Dans ce chapitre, différentes notions clefs de la gestion des chaînes logistiques ont été abordées. Nous résumons notre positionnement par rapport à ces différents concepts sur le Tableau 9.

Tableau 9 : Positionnement de nos travaux.

Structure de la CL	Dyadique	Convergente	Divergente	Série	Réseau	
Niveau de décision	Stratégique	Tactique	Opérationnel			
Processus	Planification	Approvisionnement	Production	Livraison	Logistique inverse	
SCM	Planification des activités	Gestion des stocks	Gestion des transports	Gestion des risques	Évaluation de performance	Étude du partage d'informations
	Coopération industrielles	Aspects sociologiques	Aspects environnementaux	Modélisation		
Nature de l'approche	Analytique	Simulation	Empirique			
Caractéristique du modèle	Déterministe	Stochastique	Continu	Discret	Statique	Dynamique
Méthode	Programmation mathématique	Heuristique	Théorie des jeux	Approche par contraintes	Simulation à événements discrets	Simulation continue
	Théorie de la décision	Simulation Multi Agents	Dynamique des Systèmes			
Outil	Logiciel spécifique (Arena)	Programmation informatique (VBA)	Solveur générique	Tableur		
Gestion des flux	(s, Q)	(s, S)	(T, S)	MTS	MTO	ATO
	ETO	MRP				
Type de la demande	Stationnaire	Dynamique	Certaine	Aléatoire		
Partage d'informations	Stock	Demande	Évènement	Prévisions		
Mécanisme de coordination	Centralisé	Décentralisé (Point à point)				
Amélioration de la performance	Physique	Logistique	Continue	Par rupture		

La chaîne logistique est un réseau global d'organisations qui coopèrent pour réduire les coûts et augmenter la vitesse des flux de matières et d'informations entre les fournisseurs et les clients (Govil & Proth 2002). Coordonner la chaîne logistique revient à mettre en place des mécanismes qui permettent une meilleure gestion des stocks et des processus de

production. Une coordination efficace des processus de la chaîne logistique permet d'améliorer sa performance. Nous faisons référence par le terme performance de la chaîne logistique à la capacité de cette chaîne à répondre aux demandes du client.

La mesure de la performance correspond au processus de quantification de l'efficacité et de l'efficacité d'une action et de l'évaluation des résultats obtenus par rapport aux objectifs. Mesurer la performance est la première étape qui mène à son amélioration. Sélectionner les mesures de performance appropriées est une tâche difficile. Cette difficulté est liée à la complexité et à la particularité de chaque chaîne logistique. Pour pallier cette difficulté, nous avons présenté dans ce chapitre les indicateurs de performance les plus significatifs. Les indicateurs de performance sont classés dans la littérature selon leur caractère qualitatif ou quantitatif, leur objectif stratégique, opérationnel ou tactique leur description d'un processus de la chaîne logistique (approvisionnement, production, livraison). Il existe ainsi des indicateurs financiers et opérationnels tels que des indicateurs de délai, coûts, qualité. Cette dernière décennie, les entreprises s'intéressent en plus à des indicateurs sociaux et environnementaux.

La raison d'être d'un système de mesure de performance est d'arriver à atteindre l'amélioration continue des entreprises. Cependant, les standards de mesure de performance sont uniquement des tableaux de bords qui permettent le suivi. Indispensables certes, ils doivent être accompagnés de projets d'amélioration de la performance. Les prochains chapitres présentent deux moyens d'amélioration des processus logistiques des entreprises à savoir le Partage d'informations et le Vendor Managed Inventory.

CHAPITRE 3 : LE PARTAGE D'INFORMATIONS DANS LES CHAINES LOGISTIQUES

3.1 Introduction

Le partage d'informations est un élément essentiel à la collaboration entre entreprises. (Simatupang & Sridharan, 2001) réfèrent l'origine de l'information à l'acquisition de données. Les données sont un ensemble de codes et d'indications qui expliquent et donnent un sens à quelque chose et permettent une représentation de la réalité (Goldratt, 1990). Les données deviennent de l'information lorsque les individus les acquièrent et les utilisent dans leurs activités au quotidien, leur donnant une signification et une interprétation. L'information peut être utilisée pour créer de la connaissance. L'information devient connaissance lorsque les individus se l'approprient et l'utilisent lors de l'explication et de la résolution de problèmes (Simatupang & Sridharan, 2001). Dans le cas de la modélisation, l'information devient connaissance après codifications, tests et validations.

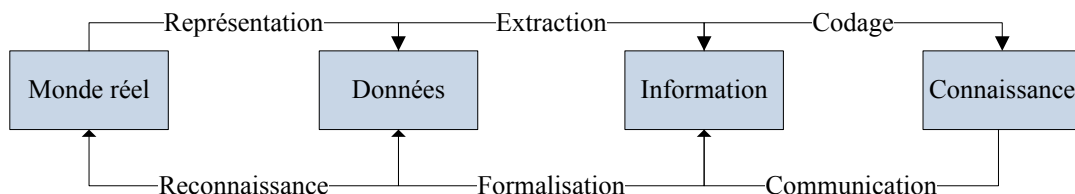


Figure 9 : Une vision interactive de l'information (Simatupang & Sridharan, 2001)

Les membres de la chaîne logistique qui partagent régulièrement des informations peuvent fonctionner comme une entité unique (Stein & Sweat, 1998), ce qui offre plusieurs avantages. Pourtant, les entreprises hésitent encore à partager les informations avec leurs partenaires de crainte qu'elles ne soient utilisées contre leurs intérêts. Ces appréhensions relèvent d'une carence dans la maîtrise et la compréhension de ce programme de partage d'informations. Afin d'encourager ce genre d'entreprises à mettre en place cette démarche, elles doivent avoir pleinement connaissance de ses implications. C'est l'une des motivations de ce chapitre où nous tentons d'expliquer en quoi consiste le partage d'informations dans les chaînes logistiques à travers la réponse à un ensemble de questions à savoir : Quelle information doit être échangée entre les parties ? Quel membre de la chaîne logistique est concerné ? Comment partager l'information ? Par quel moyen ? A quelle fréquence ? Quelles sont les avantages du partage d'informations ? Quelle partie est concernée par ses résultats ? Quels sont les paramètres qui influencent la réussite de ce programme ?

3.2 La notion de partage d'informations dans les chaînes logistiques

Les commandes sont le plus souvent les seuls échanges d'informations dans la gestion standard des chaînes logistiques (voir Figure 10) (G P Cachon & Fisher, 2000; Gavirneni, Kapuscinski, & Tayur, 1999; X Zhao, Xie, & Leung, 2002). De ce fait, dans une chaîne logistique traditionnelle, l'information est souvent asymétrique parce qu'un membre (souvent en aval) a accès à une information qu'un autre (en amont) n'a pas. (Simatupang, Sridharan 2001) définit quatre inconvénients à ces situations d'information asymétrique : (1) difficulté de collaborer, (2) difficulté de faire face aux incertitudes du marché, (3) mauvaise coordination dans la chaîne logistique avec prise de décisions non optimale et (4) comportements opportunistes. Aussi, les décisions sont prises par différents acteurs sans coordination, les informations sont rarement claires et la synchronisation est basse ce qui engendre de longs temps de réponse à la demande (Childerhouse & Towill, 2000). Le partage d'informations (PI) peut résoudre ces problèmes. Il permet une connaissance similaire -du comportement du consommateur final- entre les membres de la chaîne logistique, et peut augmenter, ainsi, la réactivité face aux changements du marché. (Fangruo Chen, 2003; G. Huang et al., 2003; F. Sahin & Robinson, 2002; Tayur, Ganeshan, & Magazine, 1999) ont réalisé des revues de la littérature concernant le partage d'informations et la coordination des chaînes logistiques.

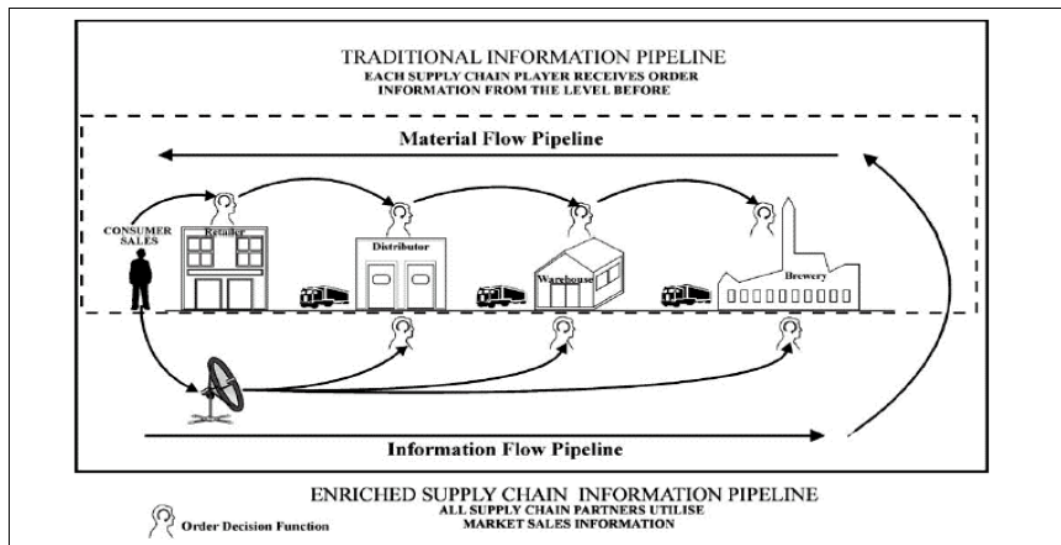


Figure 10 : Système avec partage d'informations et système traditionnelle (Mason-Jones & Towill, 1997)

(Shannon, 1948) a défini l'information comme étant toute chose qui réduit l'incertitude. (Hau L. Lee, So, & Tang, 2000) et (Mason-Jones & Towill, 1997) définissent le partage d'informations comme un programme de collaboration "*Information sharing is a collaborative program*". (H. L. Lee, 2000) le présente comme une base fondamentale à l'intégration des chaînes logistiques : "*information sharing is the foundation of supply chain integration*". Nous trouvons ces deux descriptions fondamentales et souhaitons en donner une qui soit plus exhaustive.

Nous considérons le partage d'informations comme un programme où les parties s'engagent dans une collaboration qui vise à l'intégration des informations détenues par les collaborateurs dans l'optimisation de la gestion de la chaîne logistique. Ce programme est complètement défini lorsque tous ses paramètres le sont, à savoir : les événements déclencheurs du partage d'informations, l'émetteur, le récepteur, l'information partagée, les actions que doit mettre en œuvre le récepteur, la fréquence du partage d'informations et le degré d'agrégation de l'information. Ces paramètres varient en fonction des besoins des chaînes logistiques et des accords convenus entre les partenaires (R. Liu & Kumar, 2009).

3.2.1 La qualité de l'information partagée

Les caractéristiques qui permettent de définir la qualité de l'information sont : le contenu, la précision, la fréquence, la promptitude, la récence, la crédibilité, la véracité, l'exhaustivité, la pertinence et l'accessibilité (S. C. Kulp, Lee, & Ofek, 2004; McCormack, 1998; Neumann & Segev, 1979; Petersen, 1999; Vijayasarathy & Robey, 1997).

3.2.2 Le délai de partage d'informations

Une caractéristique importante de l'information est sa promptitude. Si les informations arrivent en retard elles peuvent avoir plus de répercussions négatives que positives. Parmi ces répercussions, il y a le célèbre phénomène du Bullwhip Effect (cf. section 3.4.1). (F. Chen, 1999) examine l'impact du délai de transmission de l'information sur les échelons de la chaîne logistique. Il conclut que réduire les décalages de transmission de l'information est fortement bénéfique. En effet, les longs délais empêchent les fournisseurs (FO) d'arriver à estimer avec exactitude la demande finale à cause du déphasage qui existe entre le moment où survient la demande et le moment où le donneur d'ordres (DO) envoie l'information. Ces inconvénients peuvent conduire à une réduction des taux de services (Schmidt, 2007).

3.2.3 La quantité et la fréquence du partage d'informations

Une autre caractéristique de l'information est son exhaustivité et son degré de détail. Par exemple, si une information est transmise hebdomadairement, une décision à prendre serait soit de fournir l'information en l'agrégeant à une semaine ou bien de fournir le détail de ce qui s'est passé au quotidien. Il est évident que les données agrégées ont une variance différente que celles ayant gardées la traçabilité journalière et peuvent conduire à des conclusions différentes. Cependant, les entreprises peuvent être réticentes à donner autant de détails à leurs partenaires, de crainte que les informations ne parviennent aux concurrents. L'un des défis du PI est de permettre aux entreprises une meilleure visibilité tout en veillant à ce que le volume des informations échangées ne soit pas excessif (Malhotra, Gosain, & ElSawy, 2005).

D'après (R. Liu & Kumar, 2009), la fréquence du PI dépend de la variabilité de la demande. Ces auteurs ont simulé un modèle dans lequel le DO est informé des pannes de son FO et peut donc se réapprovisionner chez un autre FO. Les résultats de ce modèle ont montré qu'un PI hebdomadaire était approprié lorsque la variabilité de la demande est basse, que les coûts de ruptures sont négligeables, que peu de pannes existent et que le *fill rate* à atteindre est moyen. Par contre, si la variabilité de la demande est importante, la fréquence du PI est à augmenter. Ce résultat confirme celui de (Bourland et al., 1996) qui ont trouvé que le partage

quotidien de l'information de la demande réduit les stocks et les coûts du fournisseur surtout quand la variabilité de la demande est grande.

3.2.4 Le support technologique du partage d'informations

L'évolution des technologies de l'information permet à de grands volumes de données d'être collectés et transférés en temps réel ou sur demande. L'accès à l'information est devenu rapide, facile et peu onéreux. Le partage d'informations entre entreprises a donc été facilité par le développement des nouvelles technologies de l'information telles que l'EDI (Bourland et al., 1996; K N Subramanya & Sharma, 2008), les ERP (Kelle & Akbulut, 2005a) et les APS (Welker, Vaart, & van Donk, 2008) et les puces RFID (Kärkkäinen & Holmström, 2002). Les fournisseurs peuvent s'aider des ERP afin d'offrir des dates de livraisons plus précises voir moins longues. Dans une chaîne logistique traditionnelle, le fournisseur final a peu ou pas d'informations sur la performance de livraison de ses fournisseurs intermédiaires et rencontre ainsi des difficultés pour fixer sa propre date de livraison. Par contre, grâce aux ERP, le fournisseur final peut s'aider des ERP de tous ses fournisseurs intermédiaires pour déterminer exactement la position des flux dans le réseau et ainsi répondre avec précision à la demande d'un client. Dans ce contexte, (Fleisch & Powell, 2001) examinent le cas où le fabricant connaît les informations de délai d'autres fournisseurs de la chaîne logistique et utilise cette information pour améliorer l'exactitude de la date promise des livraisons. Les auteurs concluent que l'intégration d'informations améliore les délais de livraison dans le réseau.

(G P Cachon & Fisher, 2000) quant à eux, soutiennent que la mise en place de technologies de l'information qui permettent d'accélérer et de lisser les flux physiques produit plus d'améliorations que le partage d'informations en lui même. Même si les technologies de l'information facilitent les pratiques d'échange d'informations, elles ne peuvent pas à elles seules garantir que les membres de la chaîne logistique vont effectivement s'inscrire dans une démarche de collaboration et d'intégration (Grabot, 2002). C'est ainsi que (Barua, Ravindran, & Whinston, 1997; Pagell, 2004; Welker et al., 2008) recommandent d'accorder une grande importance au contact direct avec les clients et de ne pas se contenter de l'utilisation des NTIC pour cela.

Beaucoup de managers font l'erreur de concentrer leurs efforts sur la technologie et les logiciels de gestion de l'information. Cependant, les chaînes logistiques arrivent à une meilleure efficacité uniquement lorsque l'amélioration des outils qui facilitent le PI s'accompagne d'un développement de réflexions sur les informations à partager. Le processus de prise de décision est très important (T. Davenport, 1994). Ce processus de décision concerne la phase qui précède le partage d'informations et qui consiste à choisir quelle information partager, quand et avec qui, et continu, une fois l'information obtenue, pour inclure les actions à mettre en œuvre.

3.3 Le type d'information partagée

Le contenu de l'information peut être classé suivant l'acteur qui l'a communiqué : le FO, le DO ou le client (Chopra & Meindl, 2001). Toujours dans cette logique, (F. Chen & Yu, 2005) distinguent entre l'information aval et amont : l'information « est » aval quand un partenaire aval de la chaîne logistique envoie ses informations vers les parties amont de la chaîne (la demande des clients finaux, les prévisions sur la demande, le niveau des stocks, la politique de gestion des stocks des entreprises aval, les ventes, etc.). L'information « est »

amont quand un partenaire amont de la chaîne logistique envoie ses informations vers la partie en aval de la chaîne (la capacité de production, le délai de réapprovisionnement, les coûts de production, etc.). Le traitement de la problématique du partage d'informations amont est récent et a fait l'objet de moins de publications que le partage d'informations aval.

3.3.1 Flux d'informations aval du donneur d'ordres vers le fournisseur

3.3.1.1 *Le partage d'informations de la demande finale*

(Hau L. Lee et al., 2000) tentent de quantifier les avantages du PI et de trouver les paramètres qui l'influencent. Les auteurs trouvent que les caractéristiques de la demande et les délais de production ont un impact sur les avantages que tire le manufacturier du PI. Dans le cas où la demande est indépendante et identiquement distribuée, aucune valeur ajoutée n'est attribuée au partage de l'information. Par contre, le manufacturier obtient d'importantes réductions de stocks et de coûts dans le cas où la demande est fortement corrélée dans le temps, où la variance de la demande est élevée et où le temps de production est long. Cependant, les auteurs supposent que le manufacturier n'utilise pas l'historique des commandes. S'il le faisait, il serait possible que la valeur ajoutée du PI ne devienne plus aussi significative. (Srinivasan Raghunathan, 2001) ont voulu répondre à cette question et ont supposé que le manufacturier utilise l'historique de demandes complet, ce qui lui permet de réduire la variance des prévisions. (Srinivasan Raghunathan, 2001) conclut qu'il n'y a pas besoin d'investir dans le partage d'informations dans le cas où le processus de la demande est connu. Le PI peut s'avérer avantageux pour le manufacturier si le processus de demande est variable (Z. Huang & Gangopadhyay, 2004). C'est aussi les conclusions de (G P Cachon & Fisher, 2000) et de (Lehtonen, Småros, & Holmström, 2005) qui affirment que le partage des informations, sur les demandes en amont de la chaîne, a une valeur plus grande dans des situations à demandes inconnues, comme c'est le cas de promotions ou de l'introduction d'un nouveau produit. Selon les auteurs, dans de telles situations, le partage des informations améliore la capacité des fournisseurs à prévoir un changement dans le processus de demande.

L'objectif du travail de (G P Cachon & Fisher, 2000) est de mesurer la valeur du PI et de la comparer avec celle de la réduction du lead time (délai de production) et de l'augmentation de la fréquence des livraisons. Les résultats ont montré que le PI a permis d'obtenir en moyenne 2% de réduction de coûts, et une réduction maximale de 12%. La réduction du lead time de presque la moitié a permis une réduction de coûts de 21% en moyenne. Quant à la diminution de la taille de lots de livraison, elle a permis une réduction de 22%. Il apparaît que le PI n'a pas réalisé l'objectif escompté. L'auteur explique les raisons de ce résultat par le fait que l'information transmise par les détaillants n'a pas été suffisante pour le fournisseur. En effet, si les stocks des détaillants sont suffisants le FO n'a pas besoin de lancer un réapprovisionnement et la transmission de l'information de la demande n'apporte pas une grande valeur au FO. La transmission de l'information de la demande est utile pour le FO lorsque les niveaux des stocks des détaillants baissent. Mais ce cas là coïncide avec le lancement d'une commande de réapprovisionnement du détaillant. Il n'y a donc pas de grande différence entre transmettre la demande du client final, ou envoyer la commande du détaillant. De plus, d'une part, un lead time court implique de garder moins de stock de sécurité et, par conséquent, la réduction de l'incertitude a moins d'impact sur la performance. D'autre part, quand le lead time est long, les entreprises ont tendance à garder une quantité significativement plus importante de stock tournant, et donc, la partie du stock tenue pour faire face à l'incertitude représente une plus petite partie du stock total. Ainsi, dans le cas de délais longs, une réduction de l'incertitude par le partage d'informations aura moins d'effet. Le

résultat de cette étude nous paraît très intéressant. En effet, les études qui traitent du PI, accompagnent leur modélisation du PI de plusieurs hypothèses qui sont une conséquence de ce PI (réduction des lead times, augmentation de la fréquence de livraison, etc.). La valeur du PI se trouve donc confondue avec la valeur des autres facteurs. L'étude de Cachon & Fisher fait la distinction entre ces différentes actions. Même s'il est souvent difficile dans les cas pratiques de mettre en place un PI sans l'accompagner d'autres actions. De même, il est dur d'arriver à certaines actions sans passer par un PI. Néanmoins, il est utile de savoir séparer entre les profits tirés du PI et ceux tirés de ses conséquences ou attributs.

3.3.1.2 Le partage d'informations des prévisions de la demande

La maîtrise des prévisions est une composante de plus en plus importante du processus de planification et de gestion des entreprises. Cette maîtrise permet d'allouer les capacités et de déterminer le niveau des stocks nécessaire pour la satisfaction des besoins futurs. Plusieurs méthodes de prévisions existent : le lissage exponentiel, la méthode de Holt et Winter, la méthode Arima et les méthodes de moyenne mobile simple et double (Chopra & Meindl, 2001).

La plupart des recherches se sont concentrées sur le partage d'informations passées ou présentes. (DeCroix & Mookerjee, 1997) est à notre connaissance le premier à s'intéresser à un modèle qui prend en compte l'information sur les demandes futures (Advanced Demand Information (ADI)). De même, (Thonemann, 2002) a analysé comment partager l'information sur la demande prévue (ADI) peut améliorer la performance des chaînes logistiques.

Une étude sur l'impact des méthodes de prévisions sur la valeur du partage d'informations est présentée par (X Zhao et al., 2002). Cette recherche examine les décisions des détaillants (modèles de prévisions et de réapprovisionnements), et les décisions du fournisseur relatives à la production. Les résultats obtenus montrent que la sélection du modèle de prévision influence la performance de la chaîne logistique et la valeur du PI. Par ailleurs l'échange d'informations est plus profitable lorsque les contraintes de capacités sont importantes ou moyennes. Le FO a pu améliorer ses coûts et son taux de service sous tous les scénarios étudiés. Par contre, quand la capacité de production est basse et sous certaines demandes, le PI a dégradé les résultats des DO. Les auteurs conseillent au FO d'encourager les DO au PI en les faisant bénéficier de primes.

Dans l'article de (Sohn & Lim, 2008), le partage d'informations est étudié en prenant en compte les aspects de concurrence entre deux produits de haute technologie. Plusieurs méthodes de prévisions sont utilisées afin d'obtenir le meilleur profit et taux de service. Les auteurs s'intéressent à des facteurs tels que la saisonnalité ainsi que la différence de prix entre les produits et entre les FO. Ils trouvent que le PI total ne permet pas toujours aux chaînes logistiques d'atteindre la meilleure performance. Les politiques de prévisions et de partage d'informations doivent être choisies en fonction du marché et de l'environnement de la chaîne logistique.

(Aviv, 2002) examine l'intérêt de la collaboration dans l'établissement des prévisions. Les prévisions sont développées et mises à jour en utilisant les informations de demande dont dispose chaque acteur. L'auteur conclut que les prévisions collaboratives permettent une réduction des coûts (Aviv, 2001, 2002). Il a aussi été constaté que la valeur de la collaboration croît d'une façon inverse aux temps de productions. Plus les temps de production sont bas, plus il y a intérêt à passer aux prévisions collaboratives (Aviv, 2001).

(S. Raghunathan, 1999) a montré que plus l'incertitude de la demande est élevée, plus les avantages du partage des prévisions sont importants. Comme c'est souvent le cas dans la

littérature, cet auteur a supposé que l'information sur la demande future était parfaite. (T. Tan, Gullu, & Erkip, 2007) quant à eux, supposent des prévisions imparfaites. Ils démontrent que disposer d'une information même imparfaite est avantageux lorsque la variabilité de la demande augmente. D'autre part, le DO peut volontairement partager une information de manière incorrecte. (Gérard. P. Cachon & Lariviere, 2001) et (Terwiesch, Ren, Ho, & Cohen, 2003) ont traité de cette problématique à travers le cas d'une demande binaire qui peut être soit haute soit basse. Ils ont montré que le DO partagera l'information de la prévision de la demande haute. Par contre, si elle est basse, le DO peut ne pas communiquer d'information, ou bien peut mentir en communiquant qu'elle est haute. (Chu & Lee, 2006) sont arrivés aux mêmes conclusions en supposant une demande non pas binaire mais aléatoire.

Certains auteurs, (Xiande Zhao, Xie, & Lau, 2001)(H. K. Chan & Chan, 2006)(Xiande Zhao, Xie, & Wei, 2007)(Xie, Zhou, Wei, & Zhao, 2009), proposent d'établir un contrat de commande à l'avance appelé Early Order Commitment (EOC) afin de palier les incertitudes de la demande et d'améliorer la performance de la chaîne logistique. Les résultats montrent une amélioration de la performance du système. Dans (Xiande Zhao et al., 2001), l'EOC a permis de réduire les coûts du FO et des DO lorsque la demande croît ou décroît et que la capacité de production est moyenne ou haute. Par contre, lorsque la demande est saisonnière, mixte ou lorsque la capacité de production est basse, l'EOC a été avantageux pour le FO mais mauvais pour le DO. Cependant, le mécanisme du EOC est difficile à mettre en place. En effet, pour obtenir de meilleures prévisions, les DO ont tendance à passer leurs commandes le plus tard possible (J. Chen & Xu, 2001). Cette attitude des DO pénalisent les FO qui ne disposent pas de suffisamment de temps pour produire. Ainsi, pour appliquer l'EOC, il est nécessaire de motiver le DO vers cette démarche par des contrats de partage de revenus (Xie et al., 2009).

3.3.1.3 *Le partage d'informations des niveaux de stocks*

(Gavirneni et al., 1999) ont étudié les conséquences de trois scénarios de PI, (i) Aucun Partage d'Informations (API), (ii) Partage d'Informations Partiel (PIP), où le FO a connaissance de la politique de gestion des stocks de son DO ainsi que de la demande finale, (iii) Partage d'informations Total (PIT), où en plus des informations partielles, le FO a connaissance des niveaux de stocks de son client. (Gavirneni et al., 1999) concluent que le passage du API à un PIP peut permettre au FO d'atteindre une économie financière de 50%. De plus, le passage du PIP au PIT lui permet une réduction de coûts de 35%. Ainsi, disposer d'un partage d'informations même partiel est avantageux et permet des économies considérables.

(Hsiao, 2008) suppose que le DO partage avec le FO l'information sur le niveau des stocks à deux moments : dès qu'ils atteignent un certain niveau (appelé shipping point), puis, lorsque les stocks atteignent le niveau de recombler (reorder point), une commande est envoyée au FO. Ainsi, le FO peut bénéficier d'une plus grande visibilité et anticipation ce qui permet d'aboutir à de meilleurs résultats.

3.3.2 Flux d'informations amont du fournisseur vers le donneur d'ordres

Il n'y a pas beaucoup d'études sur le partage d'informations du fournisseur vers le donneur d'ordres. C'est une problématique relativement récente. (Dobson & Pinker, 2006) analysent les facteurs qui influencent la valeur du partage d'informations concernant le délai de réponse à la demande. Leurs résultats dévoilent que les avantages de ce partage d'informations dépendent de la nature de la demande et du comportement du client. Ils concluent que le

partage d'informations de délai n'accroît la performance que lorsque l'on connaît de manière suffisamment précise la tolérance du client aux cas de ruptures et de retards.

L'étude de (Funda Sahin & Robinson, 2005) est l'une des rares qui prend en compte un partage d'informations du planning de production. Les auteurs développent des procédures de simulation pour analyser la politique de commande du fabricant, les activités de transport et les processus industriels et d'exécution de commande du fournisseur, conformément à cinq stratégies d'intégration différentes. Ces auteurs s'intéressent à trouver quelle est la part de l'amélioration qui provient du PI de celle qui provient de la coordination. Ils trouvent que les coûts opérationnels sont réduits de 2 % quand le FO partage le planning de réapprovisionnements avec le DO. La coordination entre les commandes du DO avec le transporteur abouti à 31% de réduction, la coordination entre le processus de réapprovisionnement du FO avec le planning des transports et le partage d'informations sur le planning de réapprovisionnement avec le DO améliore la performance de 39% et enfin un partage d'informations complet avec une coordination totale entre le DO et le FO arrive à réduire les coûts de 48%. Les résultats montrent ainsi que le PI a contribué à réduire les coûts, mais la part la plus importante de la réduction provient de la coordination entre la prise de décision du DO et du FO.

(Xue et al., 2011) ont comparé la valeur du PI des quantités de livraison suivant deux politiques de gestion de stocks, celle à reconstituer continuellement (s,S) et celle à reconstituer par calendrier (T,S). Les résultats ont montré que dans le cas de non partage d'informations la politique (s,S) donne de meilleurs coûts et taux de service que la politique (T,S). Par contre, dans le cas de partage d'informations, le taux de service sous la politique (T,S) est meilleur que celui en (s,S) mais les coûts de stockages ont augmenté.

L'étude de (Swaminathan et al., 1997) suppose un PI sur les quantités que pourra livrer le FO. Les auteurs ont pris en compte le coût du partage d'informations. Ils concluent que les avantages du PI dépendent des coûts de sa mise en place et de la variabilité de la demande. Si les coûts sont négligeables, le PI est intéressant, s'ils sont élevés, le DO choisira de mettre en place un PI avec le FO le moins cher. Par contre, dans le cas où la variabilité de la demande est grande, le PI est à maintenir avec les deux FO quel que soit le coût de mise en œuvre du partage d'informations.

Tableau 10 : Type d'informations partagées

Flux d'informations	Information partagée	Articles
Du DO au FO	Demande finale	(G P Cachon & Fisher, 2000; Frank Chen, Drezner, Ryan, & Simchi-Levi, 2000; W H J Chu & Lee, 2006; Duvallet, Faghiri, & Llerena, 2005; Gavirneni et al., 1999; Giard & Mendy, 2006; Gurbuz, Moinszadeh, & Zhou, 2006; J. S. K. Lau, Huang, & Mak, 2002; Hau L. Lee et al., 2000; Lehtonen et al., 2005; J. Li, Shaw, Sikora, Tan, & Yang, 2001; Srinivasan Raghunathan, 2001)
	Niveau des stocks du DO	(Aviv & Federgruen, 1998; Gavirneni et al., 1999; Gurbuz et al., 2006; Hsiao, 2008; B. Huang & Iravani, 2006; J. S. K. Lau et al., 2002; J. Li et al., 2001)
	Prévisions de la demande	(Aviv, 2001, 2002; Gérard. P. Cachon & Lariviere, 2001; W H J Chu & Lee, 2006; DeCroix & Mookerjee, 1997; Giard & Mendy, 2008; S. Raghunathan, 1999; Sohn &

Flux d'informations	Information partagée	Articles
		Lim, 2008; T. Tan et al., 2007; Taratynava, Burlat, & Boucher, 2009; Terwiesch et al., 2003; Thonemann, 2002; Yue & Liu, 2006; X Zhao et al., 2002)
	Les ventes / POS	(Aviv & Federgruen, 1998; Frank Chen, Drezner, et al., 2000; Lehtonen et al., 2005)
Du FO au DO	Délais	(Fleisch & E. Powell 2001; So & Zheng 2003; F. Chen & B. Yu 2005; Dobson & Pinker 2006; Mehrabikoushki 2008a)
	Planning de production	(Funda Sahin & Robinson, 2005)
	Quantité de livraison ou capacité de production	(Swaminathan et al., 1997)(Xue et al., 2011)
	Niveau de stock	(Ferguson & Ketzenberg, 2006)
	Les pannes	(R. Liu & Kumar, 2009)

Le type d'informations échangées (Tableau 10) est lié à la complexité de la chaîne logistique. Dans les chaînes logistiques simples, les informations échangées se limitent à la disponibilité des produits et les positions des stocks. Dans les chaînes logistiques qui ont un business plus complexe, les informations échangées sur les produits sont plus détaillées, et la disponibilité des équipements ainsi que leurs capacités de production peuvent être communiquées également (Welker et al., 2008). Le type de partenaire a aussi une influence sur le type d'informations à choisir (J.T. Mentzer, Foggin, & Golicic, 2000). Par exemple, avec un fournisseur de pièces de rechange, partager les plannings de production peut réduire les stocks. Avec un transporteur, c'est le partage d'informations sur les livraisons qui peut améliorer le taux de service.

La mise en place d'un partage d'informations implique des restructurations de l'organisation, des coûts d'investissements et de formation (Gavirneni, 2002; S. C. Kulp et al., 2004; H. Lee & Whang, 1999; J. T. Mentzer, 2004). Il n'est donc pas possible d'inclure tous les membres de la chaîne logistique dans le PI. Ainsi, des recherches se sont penchées sur la manière optimale de déterminer les partenaires à choisir. (D'Amours, Montreuil, Lefranc, & Soumis, 1999) se sont penchés sur la problématique de la sélection du membre avec lequel partager l'information selon la structure⁵ de la chaîne logistique. (J. S. K. Lau et al., 2002) ont examiné quelles sont les combinaisons de PI intéressants entre paires d'échelons. (Z. Huang & Gangopadhyay, 2004) s'intéressent à la question de savoir avec quel partenaire échanger de l'information au sein d'un même étage de la chaîne logistique. De même, (S. Raghunathan, 2003) a analysé le nombre optimal de DO avec qui partager l'information. Cet auteur trouve qu'il est plus intéressant que le FO partage l'information avec les DO lorsque la demande entre les DO est indépendante. (Hau L. Lee et al., 2000) ont trouvé que les avantages du PI augmentent avec le nombre de DO impliqués lorsque la variance de la demande est corrélée dans le temps. (M.C. Cooper et al., 1997) ont trouvé que la décision de choisir le nombre de DO qui doit être concerné par le PI dépendait des caractéristiques des produits.

⁵ La structure de la CL définie comment les entreprises sont organisées et quels sont les types d'activités qui les relie (Douglas M Lambert & Cooper, 2000).

3.4 Quelle est la valeur du Partage d'Informations

Pour (Lovejoy, 1998), la valeur du partage d'informations s'observe d'après la réduction des stocks et des capacités de production ou l'amélioration du taux de service obtenue. L'auteur présente une relation triangulaire entre ces trois éléments. Il propose à une entreprise visant un niveau de service client donné de se baser sur ces trois éléments. Par exemple, détenir plus d'informations permet de réduire les stocks ou la capacité de production. De même, pour un niveau de stock et une capacité fixée, il est possible d'améliorer le niveau de service client en augmentant le niveau de partage d'informations.

La valeur du PI peut être mesurée par la différence entre la performance de la chaîne logistique obtenue avant et après la mise en place du PI (le Bullwhip Effect, les coûts, la qualité, le taux de service, les niveaux de stocks, etc.). (Fangruo Chen, 2003; Ketzenberg, Rosenzweig, Maruchek, & Metters, 2007; J. Li et al., 2001; Xue et al., 2011) rajoutent à cette définition la notion de coûts du PI. Ils définissent la valeur du PI comme étant le profit acquis grâce au PI moins les coûts de sa mise en œuvre. Ces derniers comprennent les coûts d'investissement dans les systèmes d'information, les coûts d'obtention de l'information et les coûts de coordination qui incluent les coûts de communication et les coûts administratifs.

3.4.1 Résultats sur le Bullwhip Effect

Le *Bullwhip Effect* (BWE) est probablement la meilleure façon de démontrer que la prise de décision décentralisée peut aboutir à des chaînes logistiques peu performantes. Contrôler et réduire la taille de ce phénomène est un facteur important pour améliorer la performance de la chaîne logistique. En réduisant le BWE il est possible d'atteindre le même taux de service tout en réduisant les stocks (Croson & Donohue, 2002).

L'effet de l'amplification de la variabilité de la demande de l'aval vers l'amont des chaînes logistiques (Figure 11) a été identifié en premier par (J. W. Forrester, 1958). Ce dernier a utilisé un système de simulation continue appelé Dynamo afin de simuler ce phénomène. Forrester a baptisé cet effet de son nom (l'effet Forrester). Il lui a identifié quelques causes notamment la prise de décision décentralisée, les délais et les distorsions de transmission de l'information. Ensuite, (J.D. Sterman, 1989) a développé la compréhension de ce phénomène à travers le jeu du Beer Game⁶. Dans ce jeu, il est possible d'observer l'amplification des signaux de demande et la fluctuation des niveaux de stock à travers une chaîne logistique (Philip Kaminsky & Simchi-Levi, 1998; Kimbrough, Wu, & Zhong, 2000; D. Simchi-Levi et al., 2003). Chaque acteur passe ses commandes uniquement d'après sa politique de stockage et les commandes reçues de l'acteur aval. Le comportement irrationnel des joueurs aboutit à l'amplification de la variabilité de la demande de l'aval vers l'amont. Ce phénomène est à l'origine de plusieurs problèmes tels que le sur stockage, les erreurs de prévisions et la dégradation du taux de service (Geary, Disney, & Towill, 2006). L'effet Forrester fut également étudié par (H. Lee, Padmanabhan, & Whang, 1997) qui lui ont identifié d'autres causes, à savoir, le processus de communication de la demande, la fluctuation des prix, les délais, les phénomènes de pénuries et de spéculations ainsi que les contraintes de production par lots. (H. Lee, Padmanabhan, et al., 1997) ont comparé ce phénomène à l'effet coup de fouet et l'ont appelé le *Bullwhip Effect* (L'effet coup de fouet).

⁶ Le Jeu de la Bière est originaire du MIT à la fin des années cinquante et des résultats des travaux de (J.D. Sterman, 1989) issus d'une étude de la performance d'environ 2000 entreprises.

Calcul du BWE :

$$BWE = \frac{\text{Variance de la commande de l' échelon } (n + 1)}{\text{Variance de la demande de l' échelon } (n)}$$

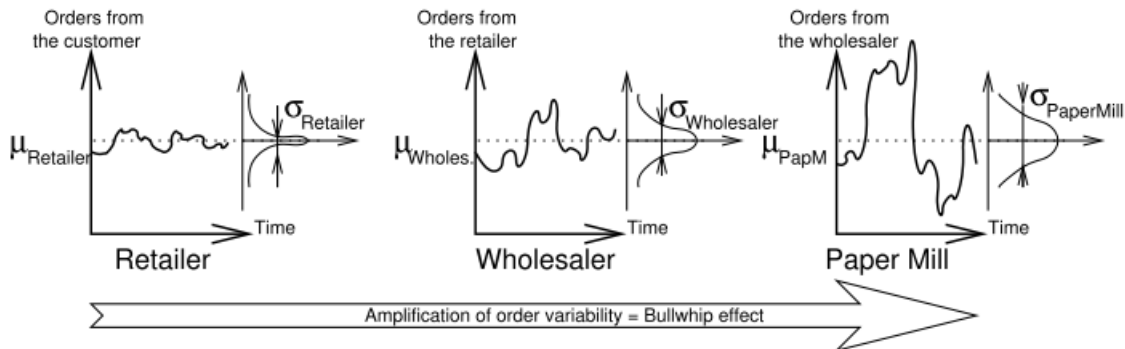


Figure 11 : Le Bullwhip Effect dans les chaînes logistiques (H. Lee, Padmanabhan, et al., 1997; Hau L Lee, Padmanabhan, & Whang, 1997)

La littérature sur le BWE peut être classée en trois catégories : (i) les études de compréhension et de quantification de cet effet (F. Chen, Drezner, Ryan, & Simchi-Levi, 2000; Kimbrough et al., 2000; R. Metters, 1997a), (ii) les études sur les causes de ce phénomène (H. Lee, Padmanabhan, et al., 1997; J.D. Sterman, 1989) et (iii) les études sur ses solutions (J. S. Dejonckheere, Disney, Lambrecht, & Towill, 2004; J. Dejonckheere, Disney, Lambrecht, & Towill, 2003; T. Moyaux, Chaib-draa, & D'Amours, 2003; Thierry Moyaux, Chaib-draa, & Amours, 2006). (Nienhaus, Ziegenbein, & Duijts, 2003) a séparé les causes du BWE en deux groupes, un groupe où le BWE est dû aux déphasages temporels et un groupe où il est dû aux comportements.

Le BWE du premier groupe, causé par les délais, peut être atténué en réduisant ces derniers (Blackburn, 1991; H. Lee, Padmanabhan, et al., 1997; McCullen & Towill, 2000; R. Metters, 1997a), ou en réduisant le nombre d'échelons (McCullen & Towill, 2000; Schonfeld, 1998; Simatupang & Sridharan, 2001; Cheng Zhang & Zhang, 2007). Ceci a été le cas pour Dell, chez qui l'une des forces est d'avoir contourner son besoin à un détaillant. Dell utilise les informations qu'elle obtient de ses clients via internet afin de gérer ses capacités logistiques et arrive à obtenir d'excellents taux de service (Schonfeld, 1998). De plus, Dell partage avec ses fournisseurs ces informations leur donnant accès aux besoins actuels et futurs. Toutefois, les échelons intermédiaires peuvent jouer le rôle de stocks tampons et réduire des échelons peut mener à l'augmentation du temps de réponse à la demande et la chaîne logistique peut devenir moins flexible à la variabilité de la demande finale. Il semble donc intéressant de savoir sous quelles conditions il est judicieux ou non d'éliminer des échelons intermédiaires et quelles sont les influences des paramètres tels que le type de la demande et le lead time. Les travaux de (Cheng Zhang & Zhang, 2007) tentent de répondre à ces questions ; leurs résultats sont résumés sur le Tableau 11.

Le BWE du second groupe, causé par les comportements des acteurs, pourrait être réduit en améliorant la coordination des membres de la chaîne logistique (Fiala, 2005; R. Metters, 1997a; Thierry Moyaux, 2004), et en introduisant des mécanismes de partage d'informations ou de Vendor Managed Inventory (VMI) (S M Disney & Towill, 2003a, 2003b). Nous

distinguons l'étude de (So & Zheng, 2003) qui détient l'originalité d'être l'inverse des autres problématiques étudiées. La plupart des études tentent de trouver des solutions à mettre en place au sein des entreprises aval afin de réduire le BWE. Cette étude, montre comment l'entreprise amont (délai de livraison du FO) peut affecter les fluctuations des commandes de l'aval (le DO). A l'aide d'un modèle analytique et sur une chaîne logistique à deux échelons, (So & Zheng, 2003) étudient comment le délai de livraison et la corrélation de la demande peut amplifier la variabilité des quantités commandées. Les résultats préconisent que le FO fabrique en priorité les produits dont la demande est hautement variable et corrélée afin de pouvoir répondre aux délais de livraisons. La variation du lead time du FO ainsi que la corrélation de la demande peut augmenter la variabilité des quantités commandées par le détaillant. De plus, l'augmentation de la variabilité des quantités commandées est plus importante lorsque la corrélation de la demande l'est. Le cumul de ces deux effets (lead time variable et corrélation de la commande) a plus d'impact que chaque effet pris séparément.

Tableau 11 : Quelques solutions au BWE

Article	Structure de la CL & Méthode utilisée	Étude	Résultat
(Cheng Zhang & Zhang, 2007)	CL à 3 échelons, 2 produits, Pas de PI. simulation à évènements discrets.	Conditions où il est possible d'éliminer des échelons intermédiaires pour réduire le BWE.	Lorsque la variance et la covariance de la demande sont hautes et lorsque la corrélation de la demande est basse, il est préférable d'éliminer un échelon. Si la demande est en augmentation et que les produits sont complémentaires, ne pas éliminer d'échelon.
(J. S. Dejonckheere et al., 2004)	CL multi étages.	Comparaison entre deux méthodes de gestion des stocks.	Le PI aide à réduire significativement le BWE mais ne l'élimine pas totalement.
(Frank Chen, Drezner, et al., 2000)	CL à 2 étages vs CL multi étages.	Impact des méthodes de prévisions et des délais de production sur le BWE. PI sur la demande finale et les ventes.	Le BWE lié aux temps de production a pu être réduit mais pas complètement éliminé.
(Chatfield, Kim, Harrison, & Hayya, 2004)	CL de 5 échelons. Modèle de simulation.	Étude de l'effet du lead time, du PI et de la qualité de l'information.	La variabilité du lead time augmente le BWE, le partage et la qualité de l'information l'ont réduit : Réduction de 50% du BWE grâce au PI.
(Kelepouris, Miliotis, & Pramataris, 2008)	CL à 2 échelons.	Influence des paramètres de complètement, du lead time, du PI, du taux de service et des niveaux de stocks sur le BWE.	Diminuer la durée du lead time est essentiel pour l'efficacité des CL. Le PI permet de réduire le BWE et les stocks.
(Agrawal, Sengupta, & ...)	CL à 2 échelons.	Impact du PI et du lead time sur le BWE.	Le BWE n'a pas pu être complètement éliminé.

Article	Structure de la CL & Méthode utilisée	Étude	Résultat
Shanker, 2009)			La diminution du lead time a réalisé plus de réduction sur le BWE que le PI.
(Thierry Moyaux, Chaib-draa, & D'Amours, 2007)	CL à 3 échelons. Simulation Multi Agents.	PI sur les quantités destinées à répondre à la demande du marché et quantités destinées au reapprovisionnement des stocks.	Réduction du BWE.
(Merkuryev, Petuhova, Landeghem, & Vansteenkiste, 2002)	CL à quatre échelons. Simulation Arena.	Impact du PI de la demande finale sur le BWE.	Le PI peut réduire mais pas complètement éliminer le BWE. L'augmentation de la fréquence de réapprovisionnement permet de réduire le BWE.
(Ding, Guo, & Liu, 2010)	3 échelons, théorie des jeux.	Comment faire bénéficier tous les membres de l'avantage du PI sur la demande finale.	Réduction des stocks et du BWE. Mise en place d'un partage de revenus pour faire bénéficier le DO de ces résultats.

Le résumé des solutions préconisées, présenté sur le Tableau 11, montre que les auteurs s'accordent à dire que le partage d'informations permet de réduire le BWE mais pas de l'éliminer complètement.

3.4.2 Autres résultats du partage d'informations

Le partage d'informations peut permettre de réduire les coûts, les niveaux de stocks, les délais de réponse à la demande et d'améliorer le taux de service et le profit de la chaîne logistique. Le Tableau 12 fournit un ordre de grandeur des réductions de coûts atteintes par le partage d'informations. Le Tableau 13 donne un aperçu des résultats du partage d'informations rencontrés dans la littérature.

Tableau 12 : Réduction des coûts apportée par le partage d'informations

Article	Pourcentage de réduction des coûts PI
(Fangruo Chen, 1998)	1.8% à 9%.
(Aviv & Federgruen, 1998)	0 à 5%
(Gavirneni et al., 1999)	35 à 50%
(G P Cachon & Fisher, 2000)	2 et 12%
(Hau L. Lee et al., 2000)	12 à 23%
(Aviv, 2001)	10%
(X Zhao et al., 2002)	60%.
(Funda Sahin & Robinson, 2005)	2%

Tableau 13 : Résultats du partage d'informations

	Article	Partie concernée		Étude de sensibilité
		FO	DO	
Réduction des coûts	(Swaminathan et al., 1997)			
	(Duvallet et al., 2005)	+		+
	(Hau L. Lee et al., 2000)	+		Demande et délai
	(Hing Kai Chan & Chan, 2006)	+	+	
	(Xiande Zhao, Xie, & Lau, 2001)	+	Sous conditions	Demande et capacité de production
	(Z. Yu, Yan, & Cheng, 2001)	++	+	
	(S. Raghunathan, 1999)	+	+	
	(X Zhao et al., 2002)	+	+/-	Demande et capacité de production
	(Thonemann, 2002)	+	+	
	(Gavirneni et al., 1999)	+		
	(Xue et al., 2011)			
	(Hsiao, 2008)	+		
	(Bourland et al., 1996)	+		
Amélioration du taux de service	(Swaminathan et al., 1997)			
	(Dobson & Pinker, 2006)	+	+	Tolérance Client
	(Bourland et al., 1996)	+		
	(Hing Kai Chan & Chan, 2006)	+	+	
	(Thonemann, 2002)		+	
	(Dobson & Pinker, 2006)	+	+	
	(Schmidt, 2007)	-	-	
	(Xue et al., 2011)			
Réduction des stocks	(Dobson & Pinker, 2006)			
	(Bourland et al., 1996)	+		Demande et délai
	(Hau L. Lee et al., 2000)	+		Demande et délai
	(Z. Yu et al., 2001)	++	+	
	(Schmidt, 2007)			
	(Hsiao, 2008)	+		
	(Z. Huang & Gangopadhyay, 2004)		+	Demande
	(Xue et al., 2011)	-	-	
Réduction des délais de réponse à la demande	(Dobson & Pinker, 2006)	+	+	Tolérance du client
Amélioration profit	(Dobson & Pinker, 2006)			
	(Yue & Liu, 2006)	++	+/-	Prévisions
Réduction des prix	(Yue & Liu, 2006)		+	
Réduction des ruptures	(Hsiao, 2008)	+		

La première constatation de notre étude bibliographique a été que les avantages associés à l'intégration du système de partage d'informations ne sont pas également réparties parmi les membres de la chaîne. La majorité des articles que nous avons traités sont d'avis que les membres en amont de la chaîne logistique sont ceux qui bénéficient le plus du partage d'informations comparativement aux membres en aval. La question qui se pose est de savoir comment satisfaire tous les membres.

3.4.2.1 Comment distribuer les profits du partage d'informations

Chaque membre de la chaîne logistique a pour objectif son propre profit en priorité. Pourtant, maximiser le profit d'un membre peut ne pas toujours coïncider avec la maximisation du profit de la chaîne logistique dans sa globalité. Dans l'idéal les membres de la chaîne logistique devraient partager les bénéfices obtenus du PI équitablement. Cependant, les membres qui ont le monopole ont tendance à obtenir le plus grand profit. Ce genre de pratiques a pour conséquence de décourager les entreprises à partager l'information. D'où l'importance de définir une politique de partage de revenus qui puissent satisfaire tous les collaborateurs et les encourager à poursuivre leur démarche de coordination. De cette manière, les mécanismes de partage d'informations pourront s'inscrire dans la durée. Des études proposent que la partie qui gagne le plus partage ses revenus avec les autres partenaires, baisse les prix, offre des flexibilités de paiement, des subventions et autres : (Bourland et al., 1996; Giannoccaro & Pontrandolfo, 2004; Mitra & Chatterjee, 2004; S. Raghunathan, 2003; Z. Yu et al., 2001; X Zhao et al., 2002). Par exemple, (Gerard P. Cachon & Lariviere, 2005) comparent le contrat de partage de revenus avec plusieurs autres types de contrats. Dans leur étude, le partage des profits entre les détaillants est basé sur les quantités et la valeur (prix) commandés par chacun d'eux. (Barua et al., 1997; Ding et al., 2010; Y.-W. Zhou, Min, & Goyal, 2008) se sont intéressés à étudier, via la théorie des jeux, comment des facteurs tels que la confiance, les collaborations le partage d'informations ainsi que les systèmes de récompense permettent d'arriver à une coordination et à un partage d'informations effectif.

La seconde analyse à tirer de notre revue bibliographique a été que la valeur associée au partage d'informations ne fait pas l'unanimité entre les auteurs. Par exemple, le fait que le PI réduise les stocks n'est pas toujours dénué de risques. En effet, si l'entreprise a moins de réserves pour faire face aux brusques variations de la demande, le taux de service peut se détériorer (Schmidt, 2007). Ou bien si le taux de service s'améliore cela peut être accompagné d'une augmentation des stocks (Xue et al., 2011). Ainsi, le PI comporte également des risques et il arrive qu'il n'apporte pas d'intérêts significatifs (Agrawal et al., 2009; Aviv & Federgruen, 1998; G P Cachon & Fisher, 2000; Graves, 1996; H. L. Lee & Whang, 2000; Funda Sahin & Robinson, 2005; Sohn & Lim, 2008). (S. C. Kulp et al., 2004) ont réalisé une revue de la littérature des impacts du PI et ils en ont conclu que les entreprises qui arrivaient au meilleur profit étaient celles qui, en plus de partager l'information, développaient d'étroites collaborations.

Ces différences de conclusions entre les auteurs montrent que la valeur du PI est sensible à certains paramètres. Des recherches ont été développées dans ce sens et sont arrivées à la conclusion que le PI dépendait de plusieurs facteurs tels que : les propriétés de la demande (corrélation, variabilité, délais) (Hau L. Lee et al., 2000; T. Tan et al., 2007), la capacité de production du FO (David Simchi-Levi & Zhao, 2003), la qualité des informations partagées (Chatfield et al., 2004; M.-C. Chen et al., 2007; Thonemann, 2002; X Zhao et al., 2002), le

type d'informations partagées (Srinivasan Raghunathan, 2001), les délais de livraisons (Hau L. Lee et al., 2000), les comportements des clients (Dobson & Pinker, 2006), les méthodes de prévisions (X Zhao et al., 2002), les coûts de mise en œuvre (Swaminathan et al., 1997), les coûts de possession et de ruptures (Duvallet et al., 2005) et les caractéristiques du produit (J.T. Mentzer et al., 2000). (Pour plus de détails se référer à l'Annexe A).

3.4.2.2 *La sensibilité de la valeur du partage d'informations*

(Ketzenberg et al., 2007) fournissent un travail bibliographique où sont collectés les principaux facteurs responsables des écarts dans l'évaluation de la valeur de l'information constatés dans la littérature. Le but des auteurs est de comprendre ce qui détermine et affecte la valeur de l'information. A travers les 2977 exemples numériques de dix-sept études traitées, il s'est avéré que les diversités relevées dans la valeur de l'information sont dues aux différentes hypothèses de la modélisation, aux différentes valeurs des paramètres, ou aux différents types d'informations utilisés dans la prise de décision. (Ketzenberg et al., 2007) notent qu'une partie de la difficulté pour évaluer l'effet de l'incertitude peut résulter de la manière dont est mesurée la valeur même de l'information. Ils montrent que plus la différence entre le scénario initial et celui du partage d'informations est grande, plus la valeur de l'information est élevée. Par contre, cette conclusion également n'est pas toujours vraie (J. S. K. Lau et al., 2002) et (Sohn & Lim, 2008). Ainsi, (Ketzenberg et al., 2007) ont identifié les paramètres qui peuvent influencer la valeur de l'information suivants :

- (1) Marginal information : représente la valeur qu'aura une information supplémentaire dans le modèle. Les informations partagées n'ont de la valeur que lorsqu'elles ne peuvent pas être déduites à partir des informations dont on dispose (Srinivasan Raghunathan, 2001). D'après (Ketzenberg et al., 2007), la valeur des informations supplémentaires est impactée par les caractéristiques de l'information ;
- (2) Marginal of use : La valeur de l'information dépend de l'utilisation qui va en être faite. La littérature considère généralement trois utilisations différentes de l'information: (i) le réapprovisionnement, (ii) la répartition (affectation) des capacités et des stocks et (iii) la coordination ;
- (3) Level of uncertainty & sensitivity to uncertainty : La valeur de l'information dépend de son degré d'incertitude. Le degré de sensibilité de l'information à l'incertitude dépend de la variation des coûts due à cette incertitude. L'incertitude peut être aléatoire ou systématique. La première incertitude correspond au cas où la demande n'est pas déterministe. La variabilité de la demande finale est une mesure principale de cette incertitude aléatoire. L'incertitude systématique résulte des composants structurels et des caractéristiques de l'environnement d'exploitation de la chaîne logistique.
- (4) Responsiveness : La valeur de l'information dépend également de la réaction des destinataires aux informations partagées. Plus le destinataire aura des contraintes par rapport aux décisions à prendre en réponse à une information reçue, moins celle-ci aura de valeur. Par exemple, la valeur de l'information sur la demande à court terme n'a que peu d'impact lorsque le producteur n'a pas de flexibilité sur sa capacité.

3.5 Synthèse et discussion

En ayant examiné la littérature existante, nous présentons maintenant une synthèse des résultats les plus pertinents et nous identifions quelques domaines qui nécessitent plus d'investigation.

Une partie conséquente des travaux de recherche que nous avons analysés s'est consacrée à l'étude du rôle de l'information dans le succès de la coordination entre les partenaires d'une chaîne logistique. Ces recherches ont démontré qu'à travers le partage d'informations (PI) les entreprises peuvent établir des partenariats stratégiques, coordonner leur processus, réduire les coûts de l'ensemble de la chaîne logistique et créer ainsi des chaînes logistiques efficaces. Le PI représente ainsi la base des coordinations réussies. Il permet une meilleure prise de décision aussi bien au niveau opérationnel que stratégique.

Le partage d'informations peut être une source de performance accrue pour toute la chaîne logistique, mais il peut aussi n'induire un effet positif que pour un seul acteur de la chaîne, notamment celui qui ne possédait pas initialement les informations. Puisque les différents membres de la chaîne logistique ne bénéficient pas de la même manière des avantages du PI, et qu'il arrive même que les résultats se trouvent détériorés, les chercheurs se sont intéressés aux moyens de partager les profits engendrés par le PI de manière à satisfaire toutes les parties.

Il apparaît ainsi que les impacts du PI sont controversés. Certains auteurs ont reporté des avantages importants, d'autres rapportent des résultats non significatifs voire négatifs, ceci a été notamment le cas pour les auteurs qui ont séparé les avantages tirés de l'amélioration de la coordination de ceux tirés du partage d'informations. Ces divergences peuvent donc se justifier par les différences des hypothèses retenues. En effet, la modélisation d'un processus de prise de décision ou de partage d'informations n'est pas chose aisée. Elle nécessite beaucoup d'hypothèses simplificatrices qui peuvent affecter la généralité des résultats. Mais encore, ce qui est le plus délicat, c'est de traduire sous forme d'un modèle le processus d'échange d'informations. Enfin, ces écarts peuvent également s'expliquer par la sensibilité de la valeur du partage d'informations à des paramètres tels que la variabilité de la demande, les capacités de production et autres.

La critique qui nous semble être la plus pertinente est que tous les modèles que nous avons rencontrés ne permettent pas d'examiner comment le FO peut utiliser les informations qu'il reçoit de son DO afin de les intégrer dans la gestion de sa production. De plus, dans la majeure partie de la littérature le PI se limite à un seul sens (de l'amont vers l'aval), et concerne le plus souvent la demande finale et les niveaux des stocks. La plupart des études analysent le résultat du partage d'informations sur des chaînes logistiques à deux échelons, sans contraintes de capacités de production, mono produit et avec un partage d'informations supposé parfait. Enfin, plusieurs questionnements persistent sur les critères de sélection des acteurs à impliquer dans le partage d'informations. Ces constats prouvent que la compréhension du partage d'informations nécessite des recherches plus détaillées avec prise en compte des phénomènes aléatoires.

3.6 Conclusion

Plusieurs études ont prouvé l'intérêt du partage d'informations sur les chaînes logistiques. L'intérêt le plus analysé a été, sans doute, celui de la réduction du *Bullwhip Effect*. D'autres avantages ont été étudiés tels que la réduction des coûts, des temps de réponse à la demande ainsi que l'amélioration du taux de service. Au niveau tactique, l'intégration de l'information aide les membres de la chaîne à diminuer l'incertitude de la demande et à faire face à la complexité de prise de décisions. Au niveau stratégique, le partage d'informations permet d'arriver à un point de départ collaboratif entre entreprises. Il convient de noter également que le partage d'informations peut conduire à des améliorations peu significatives, voire détériorer les résultats de certaines parties et notamment le donneur d'ordres. Ainsi, le partage d'informations n'est pas dénué de risques. En effet, ce programme peut entraîner des comportements opportunistes et être limité par les problèmes liés à la confidentialité des données. C'est également pour ces raisons qu'il persiste encore souvent des entreprises qui ne veulent pas s'inscrire dans la démarche de partage d'informations.

Afin d'obtenir tous les avantages du partage d'informations, des changements doivent être apportés sur l'organisation, sur les systèmes d'informations mais aussi sur les comportements des décideurs. Les entreprises doivent développer des collaborations basées sur la confiance. La mise en place de processus et de technologies qui facilitent le partage d'informations est certes nécessaire. Cependant, il doit s'accompagner d'une réelle volonté de changement des individus. Car si les agents gardent les mêmes comportements, le partage d'informations n'apportera pas de grands profits. Comme le souligne (Schroeder & Flynn 2001), ce qui fait la différence de performance entre chaînes logistiques c'est comment l'information est utilisée.

Dans le cas où le partage d'informations est en deçà des exigences attendues, d'autres techniques de collaborations peuvent être conseillées. Il ne demeure pas moins que le partage d'informations est un pilier sur lequel ces mécanismes de coordination sont construits. C'est ce qui fera l'objet de notre prochain chapitre.

CHAPITRE 4 : THE VENDOR MANAGED INVENTORY

4.1 Introduction

Dans la gestion traditionnelle des stocks, les commandes sont les seuls échanges d'informations qui existent entre le client et le fournisseur ce qui engendre de longs délais de réponse, un manque de visibilité, une mauvaise synchronisation et surtout le célèbre *Bullwhip Effect*. Dans cette gestion traditionnelle, aussi appelée Retailer Managed Inventory (RMI), le DO gère et optimise ses propres stocks (Chatzipanagioti, Theodori, & Valshos, 2007; Simatupang & Sridharan, 2001). Pour remédier à ces inconvénients de nouvelles stratégies ont été développées telles que le Partage d'informations (cf. Chapitre 3) et les Programmes de Réapprovisionnement Automatiques. Ces derniers, communément appelés ARP pour Automatic Replenishment Programs, sont fondés sur la collaboration entre fournisseurs et clients. Ils sont basés sur l'intégration du processus d'échange d'informations entre Donneur d'Ordres (DO) et Fournisseurs (FO). Plusieurs politiques font parties de ce programme, telles que le *Quick Replenishment* (QR), le *Countinious Replenishment Program* (CRP), le *Vendor Managed Inventory* (VMI) et le *Countinious Planning and Forecasting Replenishment* (CPFR). Les objectifs de ces programmes sont de réduire les coûts tout en veillant à obtenir une meilleure satisfaction client à travers la réduction des ruptures et l'augmentation de la rapidité des réponses à la demande. Pour que les ARP soient mis en œuvre avec succès, les entreprises doivent faire preuve d'une réelle volonté de collaboration (Lysons & Gillingham, 2003)(S M Disney & Towill, 2003b)(Moyaux, 2004).

Dans ce chapitre, le concept du VMI est explicité. Nous commençons par donner une définition du VMI, son historique ainsi que les étapes de sa mise en œuvre. Ensuite, les prés requis que nécessite le VMI sont discutés avec détails et un cadre d'analyse et de classification est présenté (VMI Framework). Les résultats que le VMI engendre chez le donneur d'ordres ainsi que chez le fournisseur sont résumés. Les configurations jugées appropriées à l'application du VMI sont discutées ainsi que les risques liés à ce programme. Enfin, ce chapitre se termine par une discussion et une conclusion.

4.2 Définition du VMI

Parmi les premières recherches académiques sur le Vendor Managed Inventory (VMI) on trouve les travaux de : (Banerjee & Burton, 1994; Blatherwick, 1998; Gérard P Cachon & Fisher, 1997; Theodore H. Clark & Hammond, 1997; M. Waller, Johnson, & Davis, 1999).

Pourtant, c'est Magee qui est à l'origine de l'idée du VMI. En 1958 (Magee, 1958), il a été le premier à publier dans son livre les principes qui conduiront au VMI : *“Frequently there is argument as to who should control inventories. For example, should it be the sales organisation or (some) other unit that draws on the stocks and wants to be sure they are there, or the operation that supplies the stock point and wants to feed it economically? There is probably no resolution to this question as stated; the difficulty is that both have a legitimate interest. It is possible to restate the question slightly and reach a solution. The user has to be sure the material he needs is there. He has corresponding responsibility to state what his maximum and minimum requirements will be. Once these limits are accepted as reasonable, the supplier has the responsibility of meeting demand within these limits, making whatever use he can of the flexibility the inventory provides. Thus both have a share in the responsibility for and control over a stock unit. One specifies what the maximum and minimum demands on the stock unit will be; the other has the responsibility of keeping the stock unit replenished but not overloaded as long as demand stays within the specified limits”*.

Plus tard, en 1996, le Supply Chain Council (Council, 1996) a défini le VMI comme suit : *“a concept for planning and control of inventory, in which the supplier has access to the customer's inventory data and is responsible for maintaining the inventory level required by the customer. Re-supply is performed by the vendor through regularly scheduled reviews of the on-site inventory”*.

Durant les années 1980, les magasins Wal-Mart et leur fournisseur Procter & Gamble ont été les premiers industriels à adopter le VMI (Grean & Shaw, 2000) et ce n'est que durant les années 1990, que le VMI a connu une véritable extension chez les industriels. Ce développement du VMI a été facilité par l'émergence de nouveaux moyens de communications et c'est ainsi qu'il s'est imposé dans plusieurs secteurs industriels : grande distribution (Theodore H. Clark & Hammond, 1997; Deakins, Dorling, & Scott, 2008; Riika Kaipia & Tanskanen, 2003), agroalimentaire (Southard & Swenseth, 2008; Tyan & Wee, 2003), santé (Gerber, 1991; Oliveira, 2005; Turhan & Vayvay, 2009; Van Nyen et al., 2007), industrie chimique (Challener, 2000; Cottrill, 1997), électronique (Crawford, 1994), automobile (Feng & Zhijun, 2008; Valentini & Zavanella, 2003). Plus particulièrement chez les entreprises suivantes : Campbell Soup (G. Cachon & Fisher, 1996; T. H. Clark & McKenney, 1994), Barilla SPA (J.H. Hammond, 2008; D. Simchi-Livi, Kaminsky, & Simchi-Livi, 2003), Johnson & Johnson, Black & Decker et Schering-Plough (Fox, 1996), Oshawa Foods (Gnanasekaran, 2000), Nestle et Tesco (Watson, 2005), Ikea (Henningsson & Lindén, 2005), Shell Chemical, Glaxosmithkline (P. Danese, 2004), Boeing et Alcoa (Micheau, 2005), Electrolux (Felice De Toni & Zamolo, 2005), Dell, HP (Shah, 2002), Lenovo, Volkswagen, SGM (Wang, Ji, Shen, & Wei, 2008), Volvo (Gröning & Holma, 2007).

Le VMI, appelé aussi Supplier Managed Inventory (SMI) (Waller et al., 1999) ou Vendor Managed Replenishment (VMR) (Campbell & Savelsbergh, 2004; D. Simchi-Livi et al., 2003), peut être considéré comme un processus de réapprovisionnement continu (S. C. Kulp et al., 2004; M. Waller et al., 1999) et comme une méthode de gestion des stocks à flux tirés (Felice De Toni & Zamolo, 2005; Gröning & Holma, 2007; Marquès, Lamothe, Thierry, & Gourc, 2009; Odette, 2004; D. Simchi-Livi et al., 2003). Le VMI a été défini par plusieurs termes : stratégie, concept, système, programme, relation, contrat, initiative, coordination, coopération, collaboration, mécanisme, processus, méthode de gestion, outil, mode, alliance, technologie. (Marquès, Thierry, Lamothe, & Gourc, 2010) ont réalisé un travail de synthèse bibliographique sur lequel figure le pourcentage d'occurrence de ces termes dans la définition du VMI.

(Lysons & Gillingham, 2003) définissent le VMI comme une technique de Juste A Temps dans la quelle les décisions de réapprovisionnement sont centralisées entre le DO et le FO. Pour (Dong et al., 2007), l'application du VMI a correspondu au passage à une production en MTO. Pourtant, en VMI, le FO a plus de marge de manœuvre qu'en Juste A Temps (JAT). Il peut gérer les augmentations de la demande en planifiant la production. En JAT, le FO dispose d'un temps très limité pour ajuster sa production, ce qui l'oblige à sur dimensionner ses stocks ou sa capacité de production. L'augmentation de la visibilité et du partage d'informations ne sont donc pas suffisants pour l'efficacité de la chaîne logistique. Il est d'une importance fondamentale, afin d'arriver à l'optimisation de la chaîne logistique, de déléguer la responsabilité des réapprovisionnements au FO (R Kaipia, Holmström, & Tanskanen, 2002).

4.3 Historique du VMI

Le VMI est passé par certaines étapes et ne cesse d'évoluer. Il peut être mis en œuvre de plusieurs façons (cf. section 4.6). En 1984, le Quick Replenishment (QR) a été créé par un conseil d'entreprises appelé le "Crafted With Pride in the USA Council". Ce conseil était formé de leaders de l'industrie textile (Lummus & Vokurka, 1999), leur mise en place du QR a permis d'améliorer les temps de réponse à la demande, les délais de réapprovisionnement, les stocks de sécurité et la rotation des stocks (Achabal, McIntyre, Smith, & Kalyanam, 2000; Schonberger, 1996). Puis a été développée, dans les années 1990, la Politique du Recomplètement Continu (Continuous Replenishment Policy (CRP)). Dans cette politique, le FO ne se base plus sur l'historique de ventes du DO, mais sur la consommation du DO en temps réel ainsi que ses niveaux de stocks. C'est le passage d'une politique à flux poussés vers une autre à flux tirés basée sur la demande du client (Lummus & Vokurka, 1999). Le CRP et le VMI sont des concepts très proches (Kauremaa, Smaros, & Holmström, 2007), la différence c'est qu'en VMI c'est le FO qui a la pleine responsabilité de la gestion des stocks de son DO (Daugherty, Myers, & Autry, 1999). En effet, en VMI, le DO n'émet plus d'ordres d'approvisionnement comme c'est le cas en CRP. C'est le FO qui décide des livraisons en fonction des informations qu'il reçoit du détaillant (Chopra & Meindl, 2001; Y. Yao & Dresner, 2008).

Le VMI n'a cessé d'évoluer pour contribuer à l'apparition du Collaborative Planning Forecasting and Replenishment (CPFR). Le CPFR a été créé aux États-Unis grâce aux efforts conjugués d'une quarantaine d'entreprises réunies dans le sous-comité CPFR du VICS⁷ (Voluntary Interindustry Commerce Standards Association) (Jan Holmström et al., 1998). Son principe consiste en un système de pilotage collaboratif Client/Fournisseur qui permet d'élaborer les prévisions des ventes, les plannings de réapprovisionnement, de production et de distribution pour assurer un recomplètement optimal des stocks. En CPFR, les fonctions achats, marketing, ventes et service client prennent part à la collaboration client fournisseur (Aviv, 2002; Ridha Derrouiche, 2007; K. Sari, 2008). Il nécessite une intense organisation des ressources et une confiance mutuelle entre les partenaires (Barratt & Oliveira, 2001; Flidner, 2003). Le partage d'informations concerne les commandes, les niveaux de stocks, les ventes, les prévisions, les promotions ainsi que les stratégies commerciales (Kauffman & Mohtadi, 2009; Pramatar, 2007; Skjoett-Larsen, Thernøe, & Andresen, 2003). Le CPFR a pour objectif d'arriver à la réduction des stocks, l'augmentation du taux de service client, l'augmentation des ventes, la diminution du temps de réponse à la demande, l'amélioration du temps de

⁷ Le VICS est une association à but non lucratif dont l'objectif est de définir des standards et bonnes pratiques pour la collaboration interentreprises.

cycle, la réduction des besoins en capacité de production, l'amélioration de la précision des prévisions et la réduction des coûts (Aghazadeh, 2003; Aichlmayr, 2003; Fliedner, 2003; Foote & Krishnamurthi, 2001; Kanda & Deshmukh, 2008; Sheffi, 2002).

Parmi les premiers articles publiés sur le CPFR nous citons (Pramatari & Papakiriakopoulos 1998; Johnson 1999; Ireland & Bruce 2000), puis (Aviv, 2001). Une grande partie des travaux de ce domaine se consacre à la description de l'implantation du CPFR (M. Johnson, 1999; Skjoett-Larsen et al., 2003; Småros, 2007). D'autres auteurs, se focalisent sur la présentation d'un cadre de sa mise en place (R. Derrouiche, Neubert, & Bouras, 2008). En se basant sur une revue de la littérature et sur une synthèse des implémentations CPFR existantes, (Barratt & Oliveira, 2001) identifient les inhibiteurs et les inducteurs du CPFR. Leur étude identifie les principaux inhibiteurs comme étant un manque de discipline pour mener la phase préparatoire de l'implémentation du programme, un manque de planification conjointe, une difficulté à gérer les exceptions et les processus de révisions liés aux ventes et aux prévisions, et un manque de définitions de cibles et d'objectifs communs. Les principaux inducteurs du CPFR sont les moyens technologiques et la confiance.

(Yuan, Shen, & Ashayeri, 2010) utilisent la dynamique des systèmes afin d'analyser l'effet de trois stratégies de collaboration sur la réduction des risques du sur ou sous stockage. Ces trois stratégies sont le VMI, le CPFR ainsi que le JMI (Joint Management Inventory). Les résultats montrent que plus les parties font l'effort de partager les risques, meilleur est le profit pour la chaîne logistique entière. Le CPFR a été la stratégie qui a réalisé la meilleure performance, suivi de près du JMI puis du VMI. (K. Sari, 2008) a également abouti à la conclusion que les résultats du CPFR ont été supérieurs à ceux du VMI. Cependant, cet auteur trouve que dans certaines situations la différence entre les résultats du VMI et du CPFR est faible et qu'elle ne justifie pas l'investissement supplémentaire nécessaire au passage au CPFR. Parmi ces situations, l'auteur cite le cas où les capacités de production sont serrées et/ou le délai de réponse à la demande est court. De même, (McCarthy & Golcic, 2002) jugent que le processus de collaboration apporté par le modèle CPFR est trop détaillé. Les auteurs recommandent aux entreprises de développer des pratiques de collaboration qui impliquent moins d'investissements en technologie et ressources humaines que le CPFR. Leurs principaux résultats sont qu'un système de prévisions collaboratives pourrait être rentable et qu'il pourrait résulter en un accroissement de la réactivité, une amélioration de la disponibilité des produits ainsi qu'une optimisation des coûts et des stocks. Le CPFR est cher à mettre en œuvre et son application n'est pas dénuée de difficultés.

Il est évident que ces différents programmes (QR, CRP, VMI, CPFR) se fondent sur les mêmes principes, utilisent les mêmes moyens et visent à atteindre des objectifs identiques. Ce qui différencie ces programmes de réapprovisionnement automatiques c'est le niveau de responsabilité des parties DO et FO (Figure 12). En QR, le client garde toute la responsabilité de la gestion de ses stocks, en CRP, le niveau de responsabilité de chacun est similaire, mais le niveau de collaboration est moyen. En VMI, la collaboration DO/FO est plus élevée qu'en QR et CRP, et la responsabilité de la gestion des stocks passe totalement au FO. Enfin, le CPFR est le programme qui implique le plus haut niveau de collaboration et les décisions et responsabilités sont partagées entre le DO et le FO.

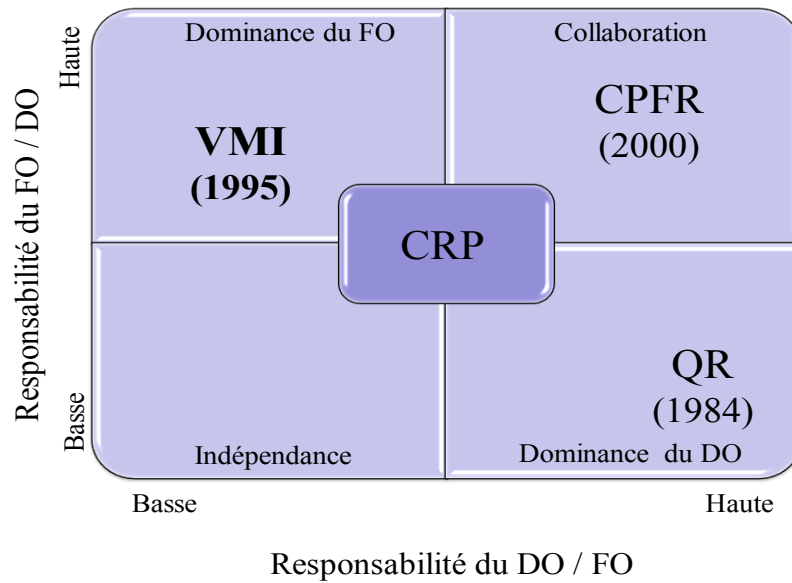


Figure 12 : Le Rôle du DO et du FO dans les ARP (adapté de (Tyan & Wee, 2003))

4.4 Les étapes du VMI

(Vigtil, 2007a) a présenté un guide de bonnes pratiques destiné aux industriels qui désirent s'engager dans le VMI (voir *Tableau 14*). Les principales décisions considérées sont de : 1) Définir les objectifs, 2) Sélectionner un produit ou un groupe de produits, 3) Sélectionner les partenaires, 4) Connaître et comprendre son partenaire, 5) Penser simple, 6) Définir les informations sur la demande, 7) Se préparer pour l'échange de données électroniques, 8) Définir les paramètres opérationnels, 9) Définir les mesures de performance, 10) Établir des plateformes de collaboration.

Tableau 14 : Guideline for establishment of VMI Decision (Vigtil, 2007a)

Decision	When your company is a supplier	When your company is a customer
1) Define goals and purposes	State your goals and define your purposes of establishing a VMI replenishment program. Use the goals to guide in the decisions required further down the establishment process.	State your goals and define your purposes of establishing a VMI replenishment program. Use the goals to guide in the decisions required further down the establishment process.
2) Select a product or product group	Select products subjected to characteristics where advance demand information offer particular benefits to your planning process.	Select a product or product group with long term demand perspectives.
3) Select a collaboration partner	Select a customer from which advance demand information is very valuable to your planning. Select a customer where expansion of product spectre is possible.	Select a supplier that is trustworthy with respect to capabilities and product quality. A supplier with an established business relationship is beneficial but do not exclude alternative suppliers.
4) Spend time to get familiar with the other party's business area, markets and challenges	Make sure you understand the customer's business and market situation, and make sure the customer understands yours	Make sure the supplier understands your quality and availability requirements, make sure you understand the supplier's capabilities, limitations and restrictions
5) Think simple	Establish a pilot and start with one product or product group. Prepare for step-wise implementation	Establish a pilot and start with one product or product group. Prepare for step-wise implementation
6) Define demand information	Be clear on what kind of demand information you need to improve your planning	Be clear on what kind of demand information you can provide and the quality of this information.
7) Prepare for electronic data exchange	Focus on information standardization to assure system compatibility and to assure that information is interpreted similarly by both parties. Automate data transfer and update if possible. Prepare generic transfer files.	Focus on information standardization to assure system compatibility and to assure that information is interpreted similarly by both parties. Automate data transfer and update if possible. Prepare generic transfer files.
8) Define operational parameters	Determine what data to share and update frequency. Define ownership transfer, shipment regulations and invoice routines. Define targeted performance levels and agree on a lot size/price policy if applicable. Identify collaboration areas, e.g. forecasting, product development, product mix and life cycle management, introduction and promotion planning.	Determine what data to share and update frequency. Define ownership transfer, shipment regulations and invoice routines. Define targeted performance levels and agree on a lot size/price policy if applicable. Identify collaboration areas, e.g. forecasting, product development, product mix and life cycle management, introduction and promotion planning.
9) Define performance measures	Select performance indicators that reflects your priorities, purposes and goals Measure customer on the quality of the demand data and correctness of other information being transferred.	Select performance indicators that reflects your priorities, purposes and goals Measure supplier on ability to perform within targeted performance levels and ability to respond to expected demand.
10) Establish forum for collaboration	Establish a schedule for regular collaboration meetings with representatives from both parties. Define agenda and purpose based on long term collaborative development and improvement of program. Use forum to build human relations	Establish a schedule for regular collaboration meetings with representatives from both parties. Define agenda and purpose based on long term collaborative development and improvement of program. Use forum to build human relations

Une fois ces décisions prises, le VMI peut débuter. Ainsi, la collaboration Donneur d'Ordres Fournisseur est mise en place et continu durant toute la durée de vie du contrat VMI (Figure 13). (Gnanasekaran, 2000), (Cooray & Ratnatunga, 2001) et (R. Liu & Kumar, 2009) ont explicité les responsabilités de chaque partie dans la collaboration VMI. Nous les résumons dans la liste suivante :

- 1- Le DO partage certaines informations avec son FO (demande finale, niveaux de stocks, et autres informations selon les accords convenus) ;
- 2- Le FO génère des prévisions de demande et propose généralement des commandes de réapprovisionnement au DO ;
- 3- Le DO considère les ordres de réapprovisionnement et les confirme ;
- 4- Le FO envoie le document d'expédition et livre les produits ;
- 5- Le DO enregistre la réception des produits ou les renvoie si leur taux de qualité n'est pas satisfaisant.

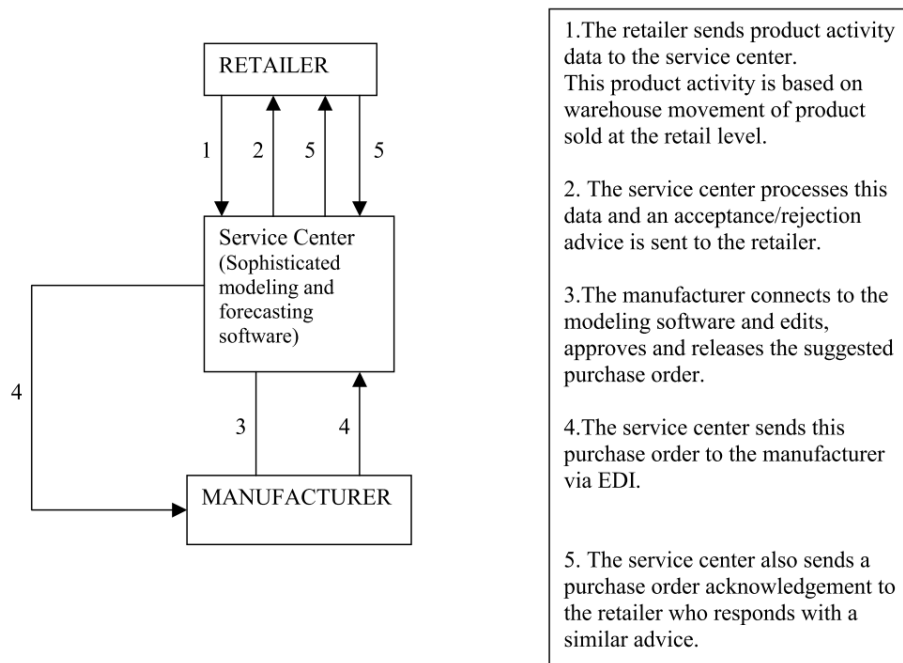


Figure 13 : La collaboration Donneur d'Ordres Fournisseur (Gnanasekaran, 2000)

4.5 Les prés-requis du VMI

Le VMI est un concept qui nécessite un bon niveau de collaboration. L'efficacité de la collaboration dépend de plusieurs facteurs tels que le niveau d'intégration entre les processus internes et externes, la distance géographique qui sépare les collaborateurs et le type de la demande et des produits (Holweg, Disney, Holmström, & Småros, 2005), la qualité de la collaboration et de la confiance entre le DO et le FO, la qualité du système IT et l'intégration du partage d'informations entre les parties (Barratt, 2004; Claassen, Weele, & Raaij, 2008; K. J. Peterson, Ragatz, & Monczka, 2005).

Les utilisateurs doivent définir des règles de gestion de l'approvisionnement ainsi que la fréquence d'échange d'informations (Costa Affonso, 2008; Gandhi, 2003; Vlist, Kuik, & Verheijen, 2007). La volonté de partage de risque et de confiance entre les partenaires fait également partie des clefs de succès du VMI (R. Handfield & Nichols, Jr., 2002; D. Simchi-Livi et al., 2003).

L'article de (Jan Holmström, 1998) explicite les changements dans l'organisation, dans les responsabilités des acteurs ainsi que dans les nouvelles tâches qu'impliquent le VMI. Dans l'exemple empirique présenté, le VMI a nécessité quatre mois et deux ressources humaines. Sa mise en place est passée par trois étapes : la conception et définition du processus, l'application pilote, qui n'a concerné qu'un nombre réduit de produits de faible fréquence de réapprovisionnement, puis enfin l'application complète. Les DO et FO ont convenu du point de recomplètement du stock et de la taille de réapprovisionnement minimale à respecter dès le début. Les informations échangées de manière continue se rapportaient aux niveaux de stocks et à la marchandise reçue.

L'implantation du VMI est difficile et requiert du temps. Chaque partie doit bien connaître l'autre partie (A. J. Van Weele, 2005). Le VMI nécessite également la formation du personnel (National Research Council, 2000). En général, avant l'application du VMI, les

entreprises passent par une phase de négociations et d'échanges afin de fixer les responsabilités et objectifs de chaque partenaire. Dans la majorité des cas, cette phase se termine par l'élaboration d'un contrat où chaque terme est clairement défini (informations à partager, niveaux des stocks à assurer, pénalités, délégation de la gestion des stocks du client à son fournisseur, ...). Dans les prochaines sections, nous présentons les points essentiels qui sont liés à la mise en place du VMI.

4.5.1 Le Partage d'Information

Le partage d'informations est un élément clef au succès du VMI (W H J Chu & Lee, 2006; Theodore H. Clark & Hammond, 1997; Cooke, 1998; Cotrill, 1997; J. P. Daugherty et al., 1999; Dong & Xu, 2002; Felice De Toni & Zamolo, 2005; R. Handfield & Nichols, Jr., 2002; S. Kumar & Kropp, 2006; D. Simchi-Livi et al., 2003).

Les parties engagées dans le VMI peuvent s'échanger plusieurs types d'information. Il est préférable que cet échange d'informations soit fréquent (Mishra & Raghunathan, 2004; H. Yu, Zeng, & Zhao, 2009). Divers besoins en partage d'informations sont ressentis suivant la survenance d'exceptions ou de changements tels que la concurrence et la variabilité de la demande (R. Liu & Kumar, 2009). Les informations que le DO échange avec son FO concernent généralement le niveau des stocks (Felice De Toni & Zamolo, 2005; Susan Cohen Kulp, 2002; Hau L. Lee & Whang, 1998; Vigtil, 2007b), les ventes et les prévisions de commandes (Blackhurst et al., 2006; J. P. Daugherty et al., 1999; Dong & Xu, 2002; Jung, Chang, Sim, & Park, 2005; Susan Cohen Kulp, 2002; Kwak, Choi, Kim, & Kwon, 2009; Vigtil, 2007b; M. Waller et al., 1999), les commandes fermes (Blackhurst et al., 2006), la demande finale (Wang et al., 2008; Z. Yu et al., 2001), les coûts, les objectifs (J. P. Daugherty et al., 1999; Dong & Xu, 2002; M. Waller et al., 1999). Il est moins fréquent que le FO échange des informations avec son DO, dans ces cas l'information peut concerner le statut de la commande (en livraison, en production, ...), le planning de production et de livraison, la capacité de production, la valeur des indicateurs de performances (Hau L. Lee & Whang, 1998) et les prévisions des besoins futurs (Elvander et al., 2007).

Le travail de (Kwak et al., 2009) détient l'originalité d'avoir étudié un modèle de VMI adaptatif avec un système par apprentissage. Ce modèle permet à la gestion des stocks d'être réactive en fonction de la situation et d'adapter automatiquement, à chaque période, la quantité de réapprovisionnement en fonction de la demande. La quantité est déterminée d'après un échange d'informations qui concerne les prévisions sur la prochaine période. Le FO a le rôle d'un agent qui a pour mission de livrer une certaine quantité au début de chaque période de réapprovisionnement de sorte que le coût total de la chaîne logistique soit minimisé. Si le coût de la chaîne logistique est minimisé, le FO reçoit une récompense. Cette approche a donné des résultats encourageants. Le principe de l'apprentissage par récompense de cet article s'inspire de celui présenté par (Sutton & Barto, 1998) : lorsque que l'agent choisit une action, l'état de l'environnement change et la récompense de cette action est calculée en fonction de l'objectif à atteindre. Cette récompense est une valeur numérique qui contribue à l'évaluation de la performance de l'action. A travers le processus répétitif des actions, l'agent met à jour les mesures de performance de toutes les actions et «apprend» ainsi à choisir la meilleure action.

4.5.2 Le Système d'Information

Il est possible de profiter du VMI sans nécessairement avoir recours à des technologies complexes, dans certains cas Excel et Extranet peuvent suffire (Dong et al., 2007; Felice De Toni & Zamolo, 2005; Heard, 1994; M. Waller et al., 1999). Dans d'autres cas le VMI conduit au reengineering des processus de prise de décision. Les parties qui l'adoptent peuvent avoir à développer leur système d'information ou de planification et de gestion de base de données (Achabal et al., 2000). De ce fait, les coûts des IT peuvent augmenter pour les deux parties, bien qu'avec les développements technologiques actuels, les coûts de ces applications ne cessent de baisser (Gnanasekaran, 2000). Pour (Ireland & Bruce, 2000; Lehtonen et al., 2005; Vigtil, 2007b), un puissant système d'information (SI) constitue le cœur du VMI. Ce SI peut être composé d'heuristiques et générer des prévisions que le FO peut utiliser pour optimiser ses niveaux de stock. (Daugherty et al., 1999) ont mené un sondage chez plusieurs entreprises afin d'analyser les relations qui existent entre le système d'information, les ARP et l'efficacité de la gestion des réapprovisionnements. Les auteurs indiquent que l'efficacité du VMI est influencée par l'efficacité du partage d'informations (technologie utilisée, rapidité de l'accès à l'information).

D'après la revue bibliographique que nous avons réalisée, nous concluons que la mise en place du VMI peut être facilitée par l'utilisation :

- D'un système d'échange d'informations comme l'EDI (Dong et al., 2007; Jan Holmström, 1998; Ireland & Bruce, 2000; M. Waller et al., 1999) ;
- D'une technologie d'identification des produits telle que les codes barres ou les puces RFID (Challener, 2000; Jarugumilli & Grasman, 2007; Kärkkäinen & Holmström, 2002; Småros & Holmström, 2000) ;
- D'un Système de Support à la Décision (Decision Support System). Les travaux de (Achabal et al., 2000) présentent une description d'une étude de cas de mise en place d'un Decision Support System (DSS). Le DSS était composé de deux modules, un module de prévisions (incluant les périodes de promotions), et un module de gestion des stocks. Ce DSS a été mis en place entre un fournisseur et ses 30 clients. Le système VMI a été développé en concertant chaque client. Les clients ont communiqué leurs objectifs, le niveau de stock minimal et maximal à respecter pour chaque produit, la rotation de stock souhaitée et le niveau de service à atteindre. Le DSS détermine le niveau de stock à utiliser pour chaque produit dans chaque magasin toutes les semaines. Il prend en charge les prévisions et le choix de la méthode de gestion de stocks. Il a permis de réaliser des économies considérables à l'entreprise.

4.5.3 Les accords concernant les stocks

Le DO et le FO peuvent décider de mettre en place un VMI avec stock de consignment (Brandes, 2007; Jan Holmström, 1998; Intentia, 2001; Valentini & Zavanella, 2003). Lors du stock de consignment, le DO met à disposition du fournisseur un espace de stockage. Le DO n'a plus la propriété de ses stocks, elle passe au FO et le DO ne paye son FO que s'il utilise la marchandise. Le stock peut être transféré chez le DO comme il peut demeurer chez le FO ou au niveau de ses entrepôts. Les avantages du stock de consignment sont la réduction des sur-stockages pour le DO, des frais de stockage et de manutention pour le FO, l'augmentation du degré de flexibilité, du taux de service et le renforcement des relations entre le DO et le FO.

Même si un stock de consignment n'est pas utilisé, le stock peut être situé chez le DO (Dong et al., 2007), chez le FO ou dans un entrepôt intermédiaire entre le DO et le FO (Sarpola, 2007). Les stocks peuvent également être situés chez les deux parties DO et FO (Elvander et al., 2007). La décision de localisation des stocks peut dépendre également du type d'industrie. Par exemple, une entreprise de construction peut préférer ne pas s'encombrer des stocks sur ses chantiers de construction et demander à son FO de localiser les stocks à son niveau. De même pour des entreprises dont les produits nécessitent certaines conditions de stockage (les produits chimiques par exemple), le DO peut déléguer le stockage chez son FO car il ne maîtrise pas la technologie nécessaire au stockage de ces produits (Sarpola, 2007). D'autres DO préfèrent au contraire avoir leurs produits à proximité et répondre rapidement aux besoins des clients finaux. C'est le cas des entreprises de grande distribution. Il est évident que la partie qui aura la responsabilité du stockage aura plus de charges. Avoir recours à un partage de revenus entre DO et FO est une manière de réaliser une meilleure distribution des profits et une coopération plus pérenne (Susan Cohen Kulp, 2002; Mishra & Raghunathan, 2004; H. Yu, Zeng, et al., 2009; Zhu & Peng, 2008). Enfin, le FO peut décider de livrer le DO soit de son stock, soit directement de la production (Hines et al., 2000). Cela dépend de plusieurs facteurs, tels que les coûts des commandes, les délais de livraisons, le nombre de clients par produits, etc.

Un autre type d'accord entre DO et FO concerne le niveau des stocks à respecter. Au risque de subir des pénalités, le FO se doit de maintenir le stock de son DO entre un niveau de stock minimal et maximal (Achabal et al., 2000; Brandes, 2007; S M Disney & Towill, 2003b; Fry, Kapuscinski, & Lennon Olsen, 2001; Gröning & Holma, 2007; Henningsson & Lindén, 2005; Jan Holmström, 1998; Odette, 2004; D. Simchi-Livi et al., 2003; C. Tang, 2006; Valentini & Zavanella, 2003). Ces niveaux de stocks peuvent évoluer selon les besoins qui se font ressentir. Le niveau minimal est fixé de manière à respecter le taux de service client final. Le niveau maximal empêche des comportements du FO qui tendraient à surstocker soit pour éviter le paiement de pénalités en cas de ruptures ou bien pour réduire ses propres coûts de stockage.

4.5.4 Le transport

La problématique du transport sous VMI a fait l'objet de plusieurs recherches : optimisation des tournées de véhicules (Arora, Chan, & Tiwari, 2010), optimisation de la fréquence de transport (Rusdiansyah & Tsao, 2005; Wang et al., 2008), sélection des politiques de gestion du transport (Luca Bertazzi, Paletta, & Speranza, 2005), Problème du Inventory Routing Problem (L. Bertazzi, Paletta, & Speranza, 2002; Campbell & Savelsbergh, 2004) et autres (Cetinkaya & Lee, 2000; Rusdiansyah & Tsao, 2005; Waller et al., 1999; le Blanc, Van Krieken, Fleuren, & Krikke, 2004).

En gestion traditionnelle, le manque d'intégration force les acteurs à commander par grandes quantités de manière à optimiser le remplissage des camions. En VMI, le FO reçoit des informations sur la demande plus régulièrement et c'est lui qui décide de quand et de combien livrer chacun de ses clients. Ce qui lui permet une meilleure planification de la production et du transport (Angulo, Nachtmann, & Waller, 2004; Axsäter, 2001; S M Disney & Towill, 2003b; Sarpola, 2007). Ainsi, le VMI permet une intégration entre les partenaires et les livraisons de plusieurs clients peuvent être groupées avec de meilleurs remplissages camions. Le VMI est caractérisé par de courtes périodes de réapprovisionnements, par contre, la quantité optimale des réapprovisionnements est plus petite en VMI (Felice De Toni & Zamolo, 2005; Gröning & Holma, 2007; Pohlen & Goldsby, 2003; Wang et al., 2008). Cette augmentation de la fréquence des livraisons permet quand même d'arriver à réaliser des

économies sur le transport dans certains cas. Par contre, dans d'autres cas (Pohlen & Goldsby, 2003), les coûts du transport peuvent augmenter.

4.5.5 Les entrepôts avancés

Si la distance qui sépare le FO du DO est grande cela peut représenter un danger au succès du VMI. On trouve ainsi que plusieurs auteurs préconisent l'utilisation d'un entrepôt de stockage entre le DO et le FO afin de raccourcir les distances entre ces derniers (K.-seok Choi, Dai, & Song, 2004; Felice De Toni & Zamolo, 2005; Jan Holmström, 1998; K. Smith, 2000; Valentini & Zavanella, 2003; Vigtil, 2007a).

Certains confondent entre la gestion en VMI et via un entrepôt. L'explication qui va suivre donne les différences entre ces deux concepts (Vigtil, 2007a) :

L'entrepôt régional : C'est un entrepôt proche d'un marché particulier. Son objectif est de permettre des réponses rapides à la demande à coûts réduits. Les produits stockés sont la propriété du FO et c'est lui qui prend les décisions de réapprovisionnements. Les produits stockés ne sont pas destinés à un client en particulier.

L'entrepôt VMI : A la différence de l'entrepôt régional, les produits qui arrivent à l'entrepôt VMI sont déjà assignés à un client et le FO ne peut pas livrer ses produits à un autre client. Les stocks peuvent demeurer la propriété du FO ou être transmis au DO.

L'entrepôt de consignment : Les stocks sont la propriété du FO et c'est le DO qui a leur contrôle et qui prend les décisions de réapprovisionnement. Le FO est payé à la consommation des produits. Cette procédure est similaire à un prêt sans intérêt accordé au DO qui a l'avantage de disposer des produits à sa convenance, de ne pas risquer de ruptures de stocks et de ne payer qu'à la consommation. Cette forme d'entreposage se base sur la confiance et est souvent évitée par le fournisseur.

4.6 VMI Framework

Selon les différents accords convenus entre le DO et le FO, plusieurs configurations de VMI peuvent être mises en œuvre. (Sarpola, 2007) et (Elvander et al., 2007) ont proposé un « framework » qui résume les différentes configurations possibles.

L'objectif de l'article de (Sarpola, 2007) a été de proposer une description des éléments du VMI et un cadre pour son évaluation (Figure 14). Cet auteur a proposé un cadre d'évaluation du VMI à six dimensions comprenant : la gestion des stocks et la visibilité de la demande, le rôle du système d'information, la propriété des stocks, les décisions de réapprovisionnement, le modèle de distribution et la localisation des stocks. Il souligne que des relations peuvent exister entre ces dimensions.

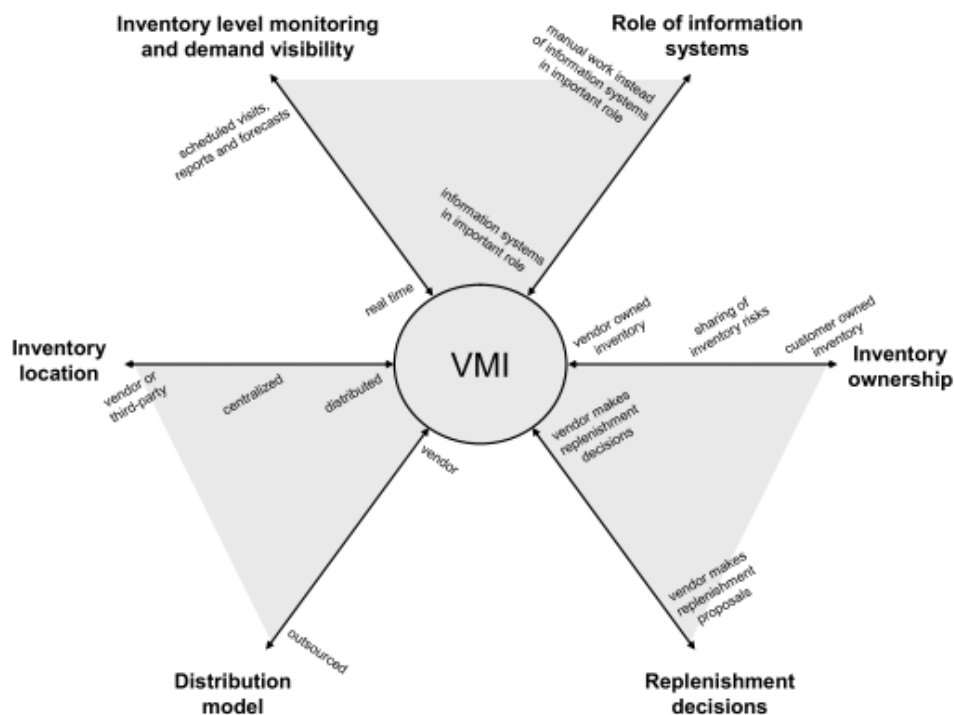


Figure 14 : Evaluation framework for VMI systems (Sarpola, 2007)

D'après une étude bibliographique ainsi que des interviews de six cas pratiques, (Elvander et al., 2007) ont également élaboré un cadre de classification du VMI (Tableau 15). Leur analyse montre qu'il existe différentes manières de configurer un VMI. Un système VMI peut être caractérisé par le traçage d'une ligne qui relie entre les différents cas de chaque dimension. La ligne que nous avons tracée correspond à la configuration que nous allons adopter pour la modélisation du VMI et qui est présentée au prochain chapitre.

Tableau 15 : Framework d'analyse du VMI proposé par (Elvander et al., 2007)

Dimension Gestion des stocks	Localisation des stocks	FO & DO	Entrepôt du DO ou d'un sous traitant	Ligne de production du DO ou entrepôt local*	
	Politique de livraison	MTS	MTO*		
	Propriété des stocks	Le FO est payé à la commande	Le FO est payé à la livraison	Le FO est payé à la consommation	
Dimension Partage d'Informations	Visibilité de la demande	Historique de la demande / POS	Prévisions* / Planning de livraison	Prévisions et allocations	
	Accès à l'information	Visuel	Transactions via EDI	Accès en ligne au système ERP	
	Configuration IT	ERP			
Dimension Prise de Décision	Gestion des approvisionnements	Continue*	Périodique		
	Niveaux de stocks	Sans conditions de limites	Limites minimales	Limites maximales	Limites minimales et maximales*
	Décisions de réapprovisionnement	Le FO est totalement responsable*	Le FO décide uniquement de la quantité ou de l'instant (non les deux)	Le DO approuve les décisions du FO	Le DO donne des propositions de commandes
	Décisions de livraisons	Responsabilité du FO*	Responsabilité du DO		
Dimension Niveau d'Intégration	Niveau d'intégration horizontale (DO)⁸	Concentration sur un seul client VMI à la fois*	Concentration simultanée de tous les clients VMI	Concentration simultanée de tous les clients	
	Niveau d'intégration horizontale (Produits)	Concentration sur un seul produit VMI à la fois	Concentration simultanée de tous les produits VMI*		
	Niveau d'intégration verticale⁹	Stock des DO*	Stock des DO et des FO	Stocks des DO et des FO et capacité de production des FO	

⁸ : Dans quelle mesure les besoins de plusieurs clients peuvent être considérés lors de la gestion des stocks et de la planification de la production du fournisseur.

⁹ : Dans quelle mesure le fournisseur prend en compte les différentes ressources lors de la planification des réapprovisionnements de ses clients.

4.7 Les résultats du VMI sur les chaînes logistiques

Le VMI permet d'arriver à l'amélioration des performances des chaînes logistiques. Il existe aussi certaines applications industrielles qui ont connu un échec. De plus, les résultats du VMI varient en fonction de la partie concernée (DO ou FO) ainsi qu'en fonction d'autres configurations. Les sections qui suivent abordent chacun de ces points avec plus de détails.

4.7.1 Les avantages du VMI

Le VMI aboutit à une meilleure performance des chaînes logistiques comparé à la gestion traditionnelle des stocks ou à la réponse en Juste A Temps (S M Disney & Towill, 2003b; Gerber, 1991; R Kaipia et al., 2002; Lin, Chang, Hung, & Pai, 2010; Y. Yao, Evers, & Dresner, 2007). Il présente plusieurs avantages, les plus notables sont la réduction des stocks, des coûts, des temps de réponse à la demande et du *Bullwhip Effect*, ainsi que l'amélioration du profit et du taux de service (Tableau 16 et Tableau 17). D'autres avantages ont été reportés dans la littérature tels que l'amélioration de la collaboration entre les deux parties (G. Cachon & Fisher, 1996; Intentia, 2001), l'amélioration du *cash flow* (Gnanasekaran, 2000), la réduction des retours de produits (Fox, 1996), l'augmentation de la disponibilité des produits, la facilitation des planifications des promotions, l'anticipation des commandes, l'amélioration de la précision des prévisions, la réduction des coûts de gestion des approvisionnements du DO car ces coûts sont transférés au FO, etc.

Tableau 16 : Les avantages du VMI reportés dans la littérature

Avantages du VMI	Auteurs
Réduction des stocks	(Achabal et al., 2000; G. Cachon & Fisher, 1996; Emigh, 1999; Fox, 1996; M. E. Johnson & Scudder, 1999; Wang et al., 2008)
Réduction des stocks de sécurité.	(Daugherty et al., 1999; Kuk, 2004; H. Yu, Zeng, et al., 2009)
Réduction des coûts	(Luca Bertazzi et al., 2005; Claassen et al., 2008; Fox, 1996; Kuk, 2004; Mishra & Raghunathan, 2004; Schmidt, 2007; Setamanit, 2009; Southard & Swenseth, 2008; Tyan & Wee, 2003)
Augmentation des profits	(Chatzipanagioti et al., 2007; Dong & Xu, 2002; Mishra & Raghunathan, 2004)
Amélioration du taux de service	(Achabal et al., 2000; G. Cachon & Fisher, 1996; X. Chen, Hao, Li, & Fai Cedric Yiu, 2011; Claassen et al., 2008; Daugherty et al., 1999; Fox, 1996; Kuk, 2004; D. Simchi-Livi et al., 2003; Tyan & Wee, 2003)
Réduction du Bullwhip Effect	(F. Chen, Drezner, et al., 2000; Claassen et al., 2008; S.M. Disney, Naim, & Potter, 2004; R Kaipia et al., 2002; H. Lee, Padmanabhan, et al., 1997; Hau L Lee & Whang, 1999; R. Metters, 1997b; Reiner & Trcka, 2004; K.-K. Yang, Ruben, & Webster, 2003; Zhu & Peng, 2008)
Réduction des temps de réponse	(Daugherty et al., 1999; S.M. Disney et al., 2004; Kuk, 2004; Reiner & Trcka, 2004; D. Simchi-Livi et al., 2003)
Augmentation de la visibilité de la demande finale	(Felice De Toni & Zamolo, 2005; Fox, 1996; R Kaipia et al., 2002; B. Kim & Park, 2010; Smaros, Lehtonen, Appelqvist, & Holmström, 2003)
Augmentation des rotations de stocks	(Achabal et al., 2000; Daugherty et al., 1999; Kuk, 2004; D. Simchi-Livi et al., 2003)
Réduction des ruptures de	(Claassen et al., 2008; Daugherty et al., 1999; H. Lee,

Avantages du VMI	Auteurs
stocks	Padmanabhan, et al., 1997; Mishra & Raghunathan, 2004)
Réduction des coûts de transport	(Disney, Potter & Gardner 2003) (Luca Bertazzi et al., 2005)
Meilleure planification de la production et des transports	(Felice De Toni & Zamolo, 2005; Intentia, 2001)
Gestion efficiente de l'utilisation des ressources	(Waller, Johnson & Davis 1999) (Disney, Potter & Gardner 2003) (Luca Bertazzi et al., 2005)
Augmentation des ventes/ Réduction des prix	(Dong & Xu, 2002; Jan Holmström, 1998; Intentia, 2001; Susan Cohen Kulp, 2002)
Fidélisation du client	(Vergin & Barr, 1999; Xu, Dong, & Evers, 2001)

Tableau 17 : Le VMI en quelques chiffres

Effet du VMI	% Variation
Réduction des stocks	66% chez le DO (G. Cachon & Fisher, 1996), de 20 à 30 % (Challener, 2000), 40 à 50 % (Intentia, 2001), 30 % (Henningsson & Lindén, 2005), (Jan Holmström, 1998), 53 % (Dong et al., 2007), 25 % (Southard, Swenseth 2008)
Réduction des coûts de la chaîne logistique	10 à 15% (Fry et al., 2001), 6% (Jung et al., 2005), 85 % (coûts de réception) (Intentia, 2001), 40 % (coûts de commandes du DO) (Henningsson & Lindén, 2005)
Augmentation du taux de service	Chez 54 % des sites, passage de 94 à 98% (Henningsson & Lindén, 2005)
Réduction de la variabilité de la demande du FO	Passée de 75% à 26% (Jan Holmström, 1998)
Réduction du temps de réponse à la demande	20 % (Passée de 48h à 10h) (Jan Holmström, 1998), 30 à 50 % (Dong et al., 2007)
Augmentation de la rotation de stock	50 à 100 % (Theodore H. Clark & Hammond, 1997), 3.1 à 5.5 (Intentia, 2001), 25% (Datalliance, n.d.)
Réduction des ruptures de stocks	31% (Datalliance, n.d.)
Augmentation des ventes	24% (Datalliance, n.d.), 20% (Riika Kaipia & Tanskanen, 2003)
Réduction des prix de ventes	1,2 % (G. Cachon & Fisher, 1996), NS (Jan Holmström, 1998)
Réduction des plaintes	95% (Intentia, 2001)

4.7.2 Les échecs de l'application du VMI

La mise en place du VMI n'a pas toujours été couronnée de succès (Dong et al., 2007; Lapide, 2002; Ching Chyi Lee & Chu, 2005; Muckstadt, Murray, Rappold, & Collins, 2001; Sabath & Fontanella, 2002). D'après (Tyan & Wee, 2003), le VMI a échoué une fois sur deux. (Vergin & Barr, 1999) ont étudié le VMI chez dix entreprises qui font partie de Fortune 500¹⁰. Ils ont conclu que le DO a bénéficié des améliorations sur la disponibilité de ses produits et a réduit ses stocks, par contre uniquement deux FO ont pu bénéficier des mêmes avantages. L'entreprise Kmart a mis fin au contrat du VMI parce que les prévisions du FO ne répondaient pas à ses besoins (Fiddis, 1997). Chez Air Products and Chemicals (le FO VMI), le VMI a augmenté les coûts administratifs et le besoin en fond de roulement (Gamble, 1994). Les magasins américains Spartan ont arrêté le VMI après un an de fonctionnement. Les

¹⁰ Fortune 500 est le classement des 500 premières entreprises américaines, classées selon l'importance de leur chiffre d'affaires. Il est publié chaque année par le magazine Fortune.

résultats n'étaient pas assez satisfaisants et la réduction des stocks était uniquement due à la réduction des lots de reapprovisionnement et à l'augmentation de la fréquence de réapprovisionnement. De plus, le manque de communication entre DO et FO dégradait les résultats lors des promotions et aboutissait à de mauvaises prévisions et augmentait les coûts (Y. Yao, Dong, & Dresner, 2002).

4.7.3 Les résultats du VMI sur les parties qui l'adoptent

La réponse à la question de savoir quelle est la partie du Donneur d'Ordres ou du Fournisseur qui bénéficie des avantages du VMI ne fait pas l'unanimité (*Tableau 18*). Pour certains auteurs (Achabal et al., 2000; Challener, 2000; Theodore H. Clark & Hammond, 1997; Jain, 1994; Latamore, 1999), ce sont les deux parties qui profitent du VMI. Le FO peut réduire le niveau de ses stocks tout en maintenant le même niveau de service et parfois même en l'augmentant. De son côté le DO peut réduire les ressources qu'il dédiait à la gestion de ses stocks étant donné que c'est le FO qui en a la responsabilité. Pour d'autres auteurs, les résultats du VMI sur le DO et le FO ne sont pas également répartis.

4.7.3.1 *Les résultats du VMI sur le DO*

D'après (Theodore H. Clark & Hammond, 1997; Cooke, 1998; Lapide, 2001; Mishra & Raghunathan, 2004; Wang et al., 2008), les avantages tirés du VMI ne sont pas également distribués entre les deux parties, c'est le DO qui reçoit tous les bénéfices alors que le FO subit une augmentation des coûts. Pour (Setamanit, 2009), les deux parties ont obtenu des réductions des coûts avec une plus grande réduction pour le DO. Les coûts de traitements des commandes diminuent chez le DO et augmentent chez le FO (Jan Holmström, 1998).

En 2002, Electronics Supply Chain Association (ESCA), en association avec Chain Link Research et d'autres partenaires, ont réalisé un recensement des pratiques de 60 praticiens appartenant à 14 entreprises (Mcbeath, 2003). Ils ont abouti à la conclusion que les FO s'engageaient dans un VMI pour répondre aux exigences de leurs clients. Les FO qui choisissent spontanément le VMI sont plus rares (Kauremaa, Smaros, & Holmström, 2007; Mcbeath, 2003; Mishra & Raghunathan, 2004). (Kauremaa et al., 2007) ont mené des interviews chez plusieurs sites qui ont adopté le VMI. Leurs conclusions ont été que sur certaines chaînes logistiques, le VMI a amélioré les résultats des deux parties. Par contre, dans d'autres cas, le VMI a permis au DO d'augmenter ses ventes, mais le FO ne s'est engagé dans le VMI que pour se distinguer des autres FO concurrents.

Certains auteurs stipulent que le DO n'est pas toujours avantagé par le VMI (Aviv & Federgruen, 1998; G P Cachon & Fisher, 2000; Gérard. P. Cachon, 2001; Cetinkaya & Lee, 2000; Z. Yu et al., 2001). D'autres auteurs trouvent que le DO profite du VMI uniquement dans certaines situations (Susan Cohen Kulp, 2002) et enfin, pour (Clemons, Reddi, & Row, 1993; Seidmann & Sundararajan, 1997; S Whang, 1993; O. Y. Yao, Dong, & Dresner, 2004), les DO peuvent se trouver à devoir faire face aux comportements opportunistes des FO s'ils partagent avec eux des informations.

4.7.3.2 *Les résultats du VMI sur le FO*

Souvent la demande du DO ne reflète pas la demande réelle du marché final. Sans VMI, les quantités commandées par le DO peuvent être de grandes ou de petites tailles. De ce fait, le FO se trouve obligé de maintenir un surplus de stock pour faire face à ces aléas. Le partage d'informations qu'implique le VMI permet de réduire les incertitudes sur la demande finale.

De plus, en VMI, puisque c'est le FO qui décide des quantités de réapprovisionnement, cela lui permet de réduire les stocks de sécurité ainsi que les niveaux des stocks sans détériorer le taux de service. Le VMI peut aussi améliorer la planification de la production et des transports du FO.

Sans VMI, la demande de plusieurs clients peut survenir en même temps, ce qui oblige le FO à choisir les commandes qu'il peut satisfaire, au détriment d'autres sans véritable connaissance des enjeux chez son client. Grâce au VMI, le FO a une connaissance des besoins réels de ses clients et des commandes les plus urgentes. La meilleure visibilité permet d'identifier les priorités de livraisons (commande destinée à un reconstituer vs commande répondant à une rupture de stock). Ainsi, la coordination des réapprovisionnements et des livraisons entre plusieurs clients permet au FO d'arriver à atteindre un meilleur taux de service.

(Van Nyen et al., 2007) est parmi les rares études à avoir étendu l'analyse des impacts du VMI au fournisseur du fournisseur VMI. Les auteurs trouvent que, grâce à la coordination des lots de commande, les coûts de stockage baissent chez le FO de matières premières (le FO du FO VMI). Par contre, les coûts du FO VMI augmentent vu que certains coûts de son DO lui ont été transférés.

Des études ont été menées concernant les impacts du VMI sur le court et long terme (Dong & Xu, 2002; H. Yu, Zeng, et al., 2009). (Dong & Xu, 2002) ont trouvé que le VMI est bénéfique pour le DO et le FO, sauf que le FO peut avoir besoin d'une période d'ajustement (en production, marketing, distribution) avant d'atteindre tous les avantages du VMI. Après cette période d'ajustements il y aura moins de rupture de stocks, les ventes augmenteront ce qui permettra d'amortir les investissements qui ont été mis en place pour l'adoption du VMI. Ces résultats ont été confirmés par (H. Yu, Zeng, et al., 2009) qui ont trouvé qu'à court terme les résultats du VMI sont positifs pour le DO mais négatifs pour le FO et qu'à long terme, le VMI est avantageux pour les deux parties.

Tableau 18 : Synthèse des résultats du VMI sur le DO et le FO

Article	FO	DO
(Achabal et al., 2000; Challener, 2000; Felice De Toni & Zamolo, 2005; Jan Holmström, 1998; Jain, 1994; Latamore, 1999; Tyan & Wee, 2003)	+	+
(Theodore H. Clark & Hammond, 1997; Dong & Xu, 2002; Setamanit, 2009; Wang et al., 2008; H. Yu, Zeng, et al., 2009)	+	++
(Y. Yao & Dresner, 2008)	++	+
(Aviv & Federgruen, 1998; G P Cachon & Fisher, 2000; Gérard. P. Cachon, 2001; Cetinkaya & Lee, 2000; Susan Cohen Kulp, 2002; Z. Yu et al., 2001)	+	+/-
(Kauremaa et al., 2007; Mcbeath, 2003)	+/-	+
(Cooke, 1998; Lapide, 2001; Mishra & Raghunathan, 2004; Van Nyen et al., 2007; Wang et al., 2008)	-	+
(Jung et al., 2005)	+	-

Pour (Waller, Johnson & Davis 1999), le VMI permet au FO d'arriver à une production efficiente. En effet, grâce à la visibilité de la demande offerte par le VMI, le FO arrive à lisser sa production et son taux d'utilisation des ressources. De plus, le FO arrive à réduire ses stocks même si le taux d'adoption du VMI par ses clients est faible et même les clients non participants au programme ont bénéficié du VMI. La connaissance que possède le FO sur la demande de son client lui permet également de réapprovisionner selon la demande réelle. Ces résultats permettent au FO de réduire ses coûts.

4.8 Les configurations jugées appropriées au VMI

La divergence entre les résultats du VMI a conduit les auteurs à s'intéresser aux paramètres qui pouvaient influencer le succès du VMI. Nous avons constaté que la variabilité de la demande est sûrement le facteur qui pouvait avoir le plus de répercussions sur la performance du VMI et qui a posé le plus de divergences entre les auteurs. D'autres paramètres ont été étudiés tels que la capacité du FO, la coopération DO FO, la compétitivité du FO, la concurrence entre FO, la fiabilité et la précision de l'information transmise, le nombre de DO qui ont adopté le VMI, la rotation des stocks, le temps de cycle de production, les coûts de livraisons, la fréquence des livraisons, la taille des livraisons, etc.

Si la variabilité de la demande est stable, (K.-K. Yang et al., 2003) trouvent que l'utilisation du partage d'informations en temps réel n'est pas toujours nécessaire au VMI car la disponibilité de l'historique de la demande est suffisant. Ces auteurs admettent que s'il s'agit par contre de la vente d'un nouveau produit, un partage d'informations plus fréquent est à maintenir. De même, (Newman & Sridharan, 1995) considèrent que face à une demande stable et prédictible, il est préférable de gérer avec de simples modes et outils et ne pas utiliser des systèmes de planification complexes. Pour (Smaros et al., 2003), même pour les produits dont la demande est stable, l'amélioration de la visibilité offerte par le VMI a permis d'améliorer la production et la gestion des stocks. De plus, pour (Aviv, 2002; T. H. Clark & McKenney, 1994; Theodore H. Clark & Hammond, 1997; Ellinger, Taylor, & Daugherty, 1999; M L Fisher, Hammond, Obermeyer, & Raman, 1994; Marshall L Fisher, 1997; Susan Cohen Kulp, 2002; M. Waller et al., 1999; Y. Yao & Dresner, 2008), le VMI est plus approprié pour les produits dont la demande est stable ou prévisible et à faible variabilité.

Si la variabilité de la demande est grande, certains auteurs trouvent que le VMI ne présente pas du tout d'intérêt (Gavirneni et al., 1999), d'autres auteurs trouvent que le VMI permet quand même d'apporter des bénéfices même si ces bénéfices sont plus grands quand la variabilité de la demande est basse (Aviv, 2002; Susan Cohen Kulp, 2002; M. Waller et al., 1999; Y. Yao & Dresner, 2008), et enfin d'autres auteurs considèrent que le VMI n'est approprié que pour les produits dont la variabilité de la demande est grande (Fry et al., 2001; Setamanit, 2009). Toutefois, si la variabilité de la demande est grande, le FO doit pouvoir prévenir les ruptures de stocks du DO. Il est possible que le FO craigne de devoir subir des problèmes de sur stockages pour faire face aux fluctuations de la demande et refuse, dans ce cas, d'adopter le VMI (Dong et al., 2007; K.-K. Yang et al., 2003).

L'objectif de l'article de (Jung et al., 2005) a été d'étudier sous quelles conditions le VMI apportait des profits aux chaînes logistiques. Les résultats expérimentaux ont montré que la réduction des coûts obtenu via le VMI peut être augmentée lorsque 1) la capacité du FO est élevée, 2) les coûts de *setup* chez le DO sont bas, 3) les coûts de livraisons du FO sont élevés. (Gavirneni et al., 1999) ont également considéré que le partage d'informations présentait moins d'intérêts lorsque la capacité de production du FO est faible. Pourtant, (Waller, Johnson & Davis 1999) concluent que le VMI est plus primordiale pour les FO à faible capacité de production. (Gavirneni et al., 1999) se sont aussi intéressés à l'influence de la taille du lot de réapprovisionnement et ont conclu que lorsqu'elle est très grande, le partage d'informations n'est pas très utile (Gavirneni et al., 1999).

Se basant sur l'analyse de 137 entreprises, (Dong et al., 2007) trouvent que le DO adopte plus largement le VMI lorsque le degré de coopération avec son FO est élevé et lorsque le FO est caractérisé par une forte compétitivité et une faible incertitude sur la production.

(Mishra & Raghunathan, 2004) et (Kraiselburd, Narayanan, & Raman, 2004) se placent dans un environnement de concurrence où le DO peut substituer un produit à un autre et changer ainsi de FO. Pour faire face à la concurrence, le FO VMI est forcé d'augmenter le niveau de ses stocks et le DO bénéficie ainsi de moins de ruptures et améliore son profit (Mishra & Raghunathan, 2004). Le VMI est opportun si le FO stimule la consommation de son DO, et si ce dernier ne se dirige pas vers un autre FO dans le cas de rupture. Dans le cas contraire, le VMI peut avoir des résultats négatifs sur l'efficacité de la chaîne logistique (Kraiselburd et al., 2004).

(Susan Cohen Kulp, 2002) s'intéresse aux impacts de la fiabilité et de la précision de l'information transmise sur le VMI. L'auteur a assimilé la fiabilité de l'information à l'exactitude avec laquelle le FO comprenait l'information transmise par le DO et l'intégrait dans sa gestion. Il a aussi considéré la volonté du DO de partager l'information et la précision avec laquelle il le faisait. (Susan Cohen Kulp, 2002) trouve que les profits tirés du VMI sont plus élevés si la fiabilité et la précision de l'information l'est également. Ce n'est pas en accord avec les résultats de (Claassen et al., 2008; Dong et al., 2007) pour qui la précision de l'information (bonne prévision) n'a pas d'impact sur la performance du VMI. (Angulo, Nachtmann & Waller 2004) trouvent que c'est le délai de l'information qui impacte la performance du VMI (le délai de l'information réfère au temps que prend l'information partagée par le DO avant d'être utilisée par le FO).

(Vigtil, 2007b) a étudié les différents types d'informations partagées dans le VMI. L'auteur a conclu que les besoins en fréquence et en type d'information pour le FO étaient différents selon la stratégie de gestion de production (MTS ou MTO) et que les informations les plus importantes à partager concernaient les niveaux de stock et les prévisions de ventes.

Si le nombre de DO est élevé, le niveau de stock nécessaire pour les satisfaire augmente (K.-K. Yang et al., 2003). Ainsi, plus le nombre de DO qui ont adopté le VMI est important, plus les bénéfices tirés du VMI sont ressentis (Claassen et al., 2008). De plus, les avantages tirés de l'amélioration de la visibilité (nombre de clients qui ont adopté le VMI) dépendent de la fréquence de réapprovisionnement et du temps de cycle. Les produits dont la fréquence de réapprovisionnement est basse ont tiré plus de bénéfices du VMI (Smaros et al., 2003). L'accès à l'information avale est d'autant plus bénéfique lorsque les délais de production du FO sont courts (Smaros et al., 2003). Le VMI n'est pas recommandé pour les produits de courte durée de vie (Liu, Zhou 2007).

Les auteurs (R Kaipia et al., 2002) ont utilisé les données provenant de trois cas d'entreprises de grande distribution. Ils ont abouti à la conclusion que le VMI est plus efficace pour les produits de faible rotation de stocks. Ce résultat est en accord avec (Frazza, 1998; R Kaipia et al., 2002; Smaros et al., 2003) qui ont trouvé que le stock des produits de faible rotation baissait après l'application du VMI. Par contre ce résultat est en contradiction avec les conclusions de (Nolan, 1998) pour qui, il est préférable d'appliquer le VMI sur des produits dont la rotation est fréquente.

La flexibilité¹¹ peut influencer la performance d'une collaboration en VMI (Marshall L Fisher, 1997; M. Waller et al., 1999). (M. Waller et al., 1999) ont examiné l'effet de la

¹¹ La flexibilité du FO est mesurée suivant deux dimensions (Chase, Aquilano, & Jacobs, 2001) : la capacité à régir aux variations des quantités commandées (flexibilité sur le volume), et la capacité à répondre aux variations du mix de produits commandés (flexibilité sur le produit).

flexibilité du volume, ils ont conclu qu'elle avait un faible impact sur le niveau de stock du DO. Par contre, les stocks du FO augmentaient de manière significative lorsque la flexibilité sur le volume du FO baissait.

(Kuk, 2004) s'est intéressé à l'influence de la taille des entreprises sur les résultats du VMI. D'après les conclusions des interviews que cet auteur a menées, les membres des petites organisations obtiennent de plus grandes améliorations, via le VMI, que les membres des grandes organisations. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les grandes entreprises ont déjà un système d'échange d'informations très élaboré. L'auteur a aussi constaté que l'intégration logistique et l'implication des employés augmentent les bénéfices tirés du VMI.

4.9 Les risques liés au VMI

Le VMI n'est pas dénué de risques et d'obstacles. Les points qui suivent résument les difficultés du VMI les plus remarquables :

- Le VMI peut rencontrer des problèmes liés aux aspects de confidentialité et de confiance par rapport au partage d'informations (Hau L. Lee & Whang, 1998; D. Simchi-Livi et al., 2003; Tyan & Wee, 2003; M. Waller et al., 1999) ;
- Insuffisance de collaboration entre DO et FO (Blackhurst et al., 2006; Gnanasekaran, 2000), et de partage de risques (Blackhurst et al., 2006) ;
- Manque de compréhension de ce concept et difficultés à intégrer la nouvelle collaboration au processus de production et de gestion des stocks (Holweg et al., 2005; Lapide, 2001) ;
- Risques liés à la perte de contrôle du client (Tyan & Wee, 2003) et au monopole du FO sur la prise de décision (B. Kim & Park, 2010) ;
- Répercussions néfastes sur la visibilité dans la chaîne logistique dues au transfert de la prise de décision plus en amont de la chaîne logistique (Cooke, 1998) ;
- Coûts des investissements nécessaires afin d'arriver à l'intégration des deux partenaires (Felice De Toni & Zamolo, 2005; M. Waller et al., 1999) ;
- Augmentation des coûts administratifs du fournisseur suite au changement dans la responsabilité de la gestion des stocks (B. Kim & Park, 2010; Tyan & Wee, 2003; Van Nyen et al., 2007) ;
- Problèmes liés à la définition de la propriété des stocks (D. Simchi-Livi et al., 2003) ;
- Une réduction excessive des stocks peut causer des dommages sur les résultats tels que la détérioration du taux de service (Cooke, 1998; Zipkin, 1991) et l'augmentation du stress des employés (Zipkin, 1991) ;
- Résistance au changement de la part des employés. Le travail d'équipe et l'implication des employés sont très importants pour la réussite du VMI (Gnanasekaran, 2000; Holweg et al., 2005; Kuk, 2004) ;
- Des difficultés peuvent se présenter lorsque le VMI est appliqué chez un DO et un FO dont la culture est très différente. Par exemple, les deux parties peuvent ne pas avoir la même définition de la qualité, leurs procédures peuvent être différentes, etc. (Cooray

& Ratnatunga, 2001) ont traité de cette problématique en suivant les adaptations effectuées chez un FO australien et son DO japonais.

4.10 Discussion

Le VMI est une méthode évoluée de gestion des stocks (Feng & Zhijun, 2008). C'est un concept simple et puissant (Holweg et al., 2005). Le partage d'informations est un élément crucial pour la réussite du VMI. Si les informations obtenues grâce à cette collaboration sont correctement utilisées dans la gestion des stocks ainsi que dans la planification de la production, le VMI permet au DO ainsi qu'au FO de tirer plusieurs avantages. D'après la revue bibliographique présentée dans ce chapitre et détaillée en Annexe B, il existe des divergences entre les résultats du VMI sur les parties qui l'adoptent. Ce qui est évident, c'est que les avantages du VMI sur les partenaires n'est pas équivalent. Dans ces cas là, une méthode doit être trouvée pour motiver tous les membres de la chaîne logistique et atteindre la satisfaction collective.

Il arrive aussi que le VMI soit un échec. Les auteurs se sont intéressés à l'analyse des facteurs qui influent les résultats du VMI tels que le nombre de clients, la compétitivité du fournisseur, la fréquence de réapprovisionnement, le degré de collaboration et de confiance entre les parties, etc. Il existe des divergences entre les conclusions des auteurs concernant l'influence de certains paramètres (variabilité de la demande, capacité de production des fournisseurs, rotation de stocks). De plus, nous avons remarqué que la question de l'influence de l'efficacité des partenaires sur les résultats du VMI n'a pas fait l'objet de recherches, nous nous proposons donc de traiter cet aspect.

Le VMI peut s'appliquer pour les membres en aval de la chaîne logistique : manufacturier et distributeur, manufacturier et détaillant, distributeur et détaillant ; comme il peut s'appliquer aussi entre les membres en amont de la chaîne : fournisseur matière première et manufacturiers. Le VMI entre les membres amont de la chaîne est presque inexistant dans la littérature. Nous n'avons rencontré que trois articles qui s'intéressaient à ce cas (Pamela Danese, 2006; Huaizhen, Lei, & Chaoqin, 2010; Setamanit, 2009). C'est pour cette raison que nous avons voulu apporter notre contribution sur ce point et nous nous proposons d'étudier un VMI étendu à tous les membres de la chaîne logistique.

Le VMI a été beaucoup plus étudié dans des chaînes logistiques de distribution. La plupart des chaînes étudiées dans la littérature étaient constituées d'un fournisseur et d'un distributeur. De plus, la majorité de la littérature concernant le VMI a considéré que le fournisseur avait des capacités de productions infinies. (K.-seok Choi et al., 2004) est parmi les rares recherches où les deux échelons de la chaîne logistique sont des manufacturiers. Ces auteurs concluent que l'efficacité d'une chaîne logistique constituée d'un fournisseur et d'un détaillant est plus facile à atteindre que l'efficacité d'une chaîne logistique constituée d'un fournisseur et d'un manufacturier et que le taux de service des entreprises en aval est affecté par le taux de service de celles en amont. Nous avons voulu étendre la compréhension du VMI en testant son application dans des chaînes logistiques composées uniquement de partenaires industriels où tous les manufacturiers ont des contraintes de capacité de production.

Souvent l'application du VMI s'est restreinte à une chaîne logistique composée de deux échelons où l'on trouve uniquement un seul fournisseur et un seul client qui échangent entre eux un seul type de produit. Nous n'avons rencontré que trois articles qui traitaient du cas multi produits (R Kaipia et al., 2002; Kiesmüller & Broekmeulen, 2010; Smaros et al., 2003).

Les raisons de ces simplifications sont que les auteurs utilisent le plus souvent des modèles analytiques et que ces modèles ne sont capables d'étudier que des structures relativement simples. Ainsi, on décèle un besoin assez clair de travaux de recherche se basant sur des approches par simulation qui permettent de prendre en compte plus de complexité. La simulation à événements discrets permet d'offrir un éventail plus large de modélisations. Pourtant nous n'avons trouvé que huit travaux qui utilisaient cette simulation pour la modélisation des problématiques relatives au VMI (ces derniers sont : (Angulo et al., 2004; Chatzipanagioti et al., 2007; Marquès et al., 2009; Smaros et al., 2003; M. Waller et al., 1999; A. S. White & Censlive, 2006; K.-K. Yang et al., 2003)).

4.11 Conclusion

Les évolutions technologiques ont offert aux entreprises la possibilité d'utiliser des systèmes d'informations plus sophistiqués. Le développement des systèmes d'information a contribué à la progression des Programmes de Réapprovisionnement Automatiques (ARP). Créés au départ afin d'arriver à des réapprovisionnements plus rapides (QR), ils n'ont cessés d'évoluer pour atteindre des programmes de gestion de stocks élaborés (VMI) où la collaboration entre les parties est de plus en plus intégrée entre tous les processus de gestion de l'entreprise (CPFR).

Au cours de ce chapitre, nous avons étudié avec détail un de ces programmes d'ARP à savoir le Vendor Managed Inventory (VMI). Le VMI est un mécanisme de coordination où c'est le fournisseur qui a l'entière responsabilité de la gestion des stocks de son client. Le VMI est basé sur la collaboration et la confiance entre le donneur d'ordres et le fournisseur. Il repose sur un système de partage d'informations puissant, et passe par des étapes de négociations où les responsabilités de chaque partie sont clairement définies. Le VMI présente plusieurs avantages tels que la réduction des coûts, des stocks et du Bullwhip Effect ainsi que l'amélioration du taux de service et du délai de réponse à la demande. Cependant, ces avantages ne sont pas toujours répartis de la même manière entre les partenaires. Il arrive même que le VMI aboutisse à des échecs. En effet, le VMI n'est pas dénué de risques et il dépend aussi des configurations où il est mis en place (variabilité de la demande, compétitivité du fournisseur, concurrence, etc.).

Ainsi, le succès du VMI est mitigé. Beaucoup d'entreprises sont sceptiques quant aux avantages qu'il offre, et c'est d'autant plus le cas pour les fournisseurs. Le VMI est plus qu'une « best practice » générique, ses résultats dépendent du contexte, d'où l'intérêt d'étendre sa maîtrise aux cas de chaînes logistiques complexes. Les parties qui désirent s'engager dans un VMI doivent être conscientes qu'il nécessite une période d'apprentissage où des erreurs peuvent survenir. La décision de choisir ce système doit être prise après avoir pleinement connaissance des avantages et des inconvénients que le VMI peut apporter à tous les membres de la chaîne logistique. Afin de fournir un support d'aide à la décision qui contribue à une meilleure maîtrise du VMI, nous nous proposons, dans les prochains chapitres, d'approfondir cette question de recherche.

PARTIE 2

CONTRIBUTION

CHAPITRE 5 : METHODOLOGIE DE CONCEPTION DE LA CHAINE LOGISTIQUE ET DES MECANISMES DE COORDINATION

5.1 Introduction

La revue de la littérature réalisée sur le Supply Chain Management, le Partage d'informations dans les chaînes logistiques et le Vendor Managed Inventory (VMI), nous a permis de concevoir notre modèle. Ce dernier est passé par plusieurs étapes de validations et de développements avant d'obtenir notre modèle final (Figure 15). Dans ce chapitre, nous expliquons la modélisation de la chaîne logistique ainsi que des différents mécanismes de coordination réalisée.

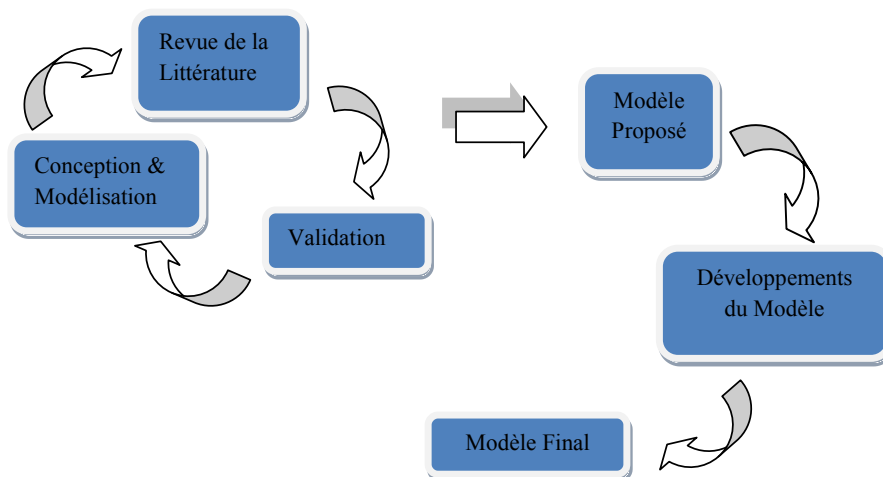


Figure 15 : Processus de recherche adopté

Avant d'adopter un mécanisme de gestion en particulier, il est important pour les entreprises qu'elles puissent déterminer les conséquences qu'il aura a priori. Notre modèle a pour objectif de fournir un outil d'aide à la décision qui permet d'analyser les résultats de différents mécanismes de coordination aussi bien sur le client final, sur chaque membre de la chaîne logistique ainsi que sur la chaîne logistique dans son ensemble.

Dans les sections qui vont suivre, nous présentons la chaîne logistique modélisée et les différents processus qui la constituent (gestion, réception, production, livraison et transport), les cinq mécanismes de coordination que nous allons étudier (Standard, Partage d'Informations, Partage d'informations Étendu, VMI et VMI Étendu), ainsi que l'environnement dans lequel évoluent ces chaînes logistiques (Types de demande et classes d'efficacité des entreprises).

5.2 Modélisation de la chaîne logistique

Le but de la modélisation réalisée est de comparer divers scénarios de simulation et d'analyser le comportement de l'entreprise et de la chaîne logistique afin d'améliorer sa performance. Selon (Vernadat, 2002), la modélisation de l'entreprise consiste en la création de modèles qui décrivent cette entreprise. Toujours d'après cet auteur, il est intéressant dans la modélisation d'intégrer les informations sur les produits, les processus, les ressources de l'entreprise, les flux financiers, les flux physiques, les flux d'informations, les décisions, l'organisation ainsi que les interventions humaines. Aussi, le choix d'un niveau d'abstraction représente une des difficultés de la modélisation. Il s'agit d'en trouver un permettant de réaliser un compromis entre la complexité du modèle, sa réutilisation ainsi que sa représentativité par rapport au système réel. Dans ce qui va suivre, nous allons présenter les choix que nous avons faits pour la modélisation de notre système. Soulignons que nous avons intégré tous les aspects cités par (Vernadat, 2002), à l'exception de la modélisation du comportement humain. Cette dernière, bien que très intéressante à étudier, a rarement fait l'objet de modélisation vu la complexité qu'elle sous-entend.

La chaîne logistique modélisée est constituée de trois entreprises de production séparées par des transports, un fournisseur de capacité infini en amont et un client final en aval (*Figure 16*). Le choix de modéliser une chaîne logistique à travers trois entreprises a été le niveau d'abstraction choisi. La chaîne logistique à trois échelons est très utilisée dans la littérature qui traite des modèles de simulation à événements discrets. En effet, les chaînes logistiques à 2 échelons sont trop simples pour intégrer les notions d'aléas. Quant aux chaînes logistiques de plus de trois échelons, elles sont plus appropriées à l'analyse de réseaux existants pour répondre à un besoin précis formulé par des industriels.

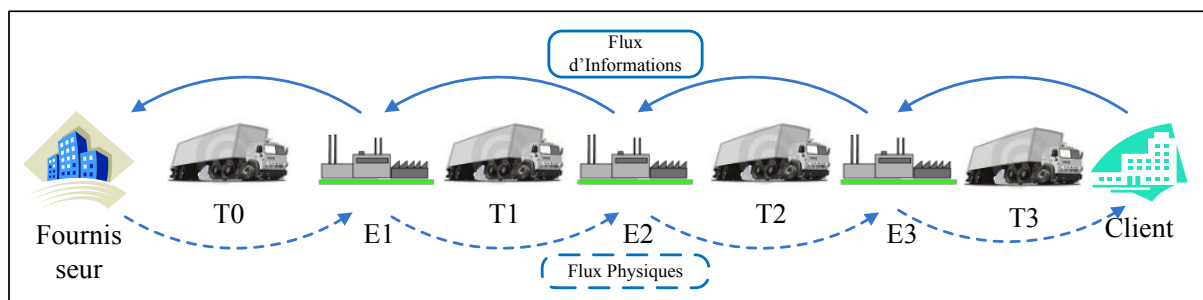


Figure 16: La chaîne logistique modélisée

Deux types de produits différents sont fabriqués par cette chaîne logistique (Produit P1 et P2). Chaque entreprise (E1, E2 et E3) est constituée d'un processus de réception, deux processus de production et d'un processus de préparation à la livraison (*Figure 17*). Ces processus sont caractérisés par des temps de production, de changement de séries, de pannes,

etc. (présentés sur le *Tableau 20*). Les différents processus modélisés sont décrits dans les sections suivantes.

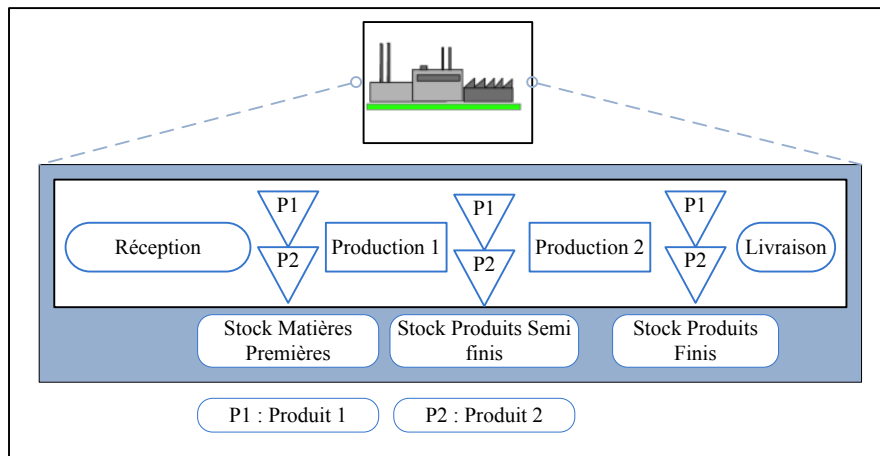


Figure 17 : Configuration des entreprises

5.2.1 Centre de gestion des approvisionnements

D'une façon générale, la première phase d'un processus de réapprovisionnement est la sélection des fournisseurs. Cette sélection peut se faire suivant différents critères comme la qualité, les délais de réapprovisionnements, la capacité de production, etc. Dans notre modèle, ces différents critères sont agrégés sous l'indicateur de l'Overall Equipment Effectiveness (OEE) (voir les quatre classes d'efficacité présentées sur le *Tableau 19*). Nous ne nous intéressons pas aux problématiques de sélection de fournisseur. Cependant, comme nous allons tester toutes les combinaisons de chaînes logistiques possibles en fonction des classes d'efficacité des entreprises, nous pourrions connaître quel est le meilleur fournisseur à choisir en fonction des différentes configurations obtenues.

L'objectif de l'approvisionnement est de satisfaire les demandes de matières premières provenant du processus de production tout en essayant de garder des niveaux de stocks minimaux. Pour ce faire, plusieurs méthodes de gestion des stocks ont été modélisées à savoir les gestions (s, Q), (s, S), (t, S). La description théorique de ces méthodes se trouve au chapitre 2. Leur modélisation sur Arena fait l'objet du prochain chapitre.

5.2.2 Processus Réception

La réception correspond au point de transfert de propriété entre un fournisseur et un client. Ce processus procède à la réception de la marchandise du fournisseur amont. Les produits reçus en réception représentent les produits finis du fournisseur en amont direct et correspondent à la matière première de l'entreprise qui les réceptionne et les stocke pour répondre au besoin de la production.

5.2.3 Processus Production

Le processus Production concerne l'ensemble des transformations que vont subir les composants pour réaliser les produits finis de l'entreprise. L'objectif du processus Production

est de fabriquer les produits requis tout en respectant la productivité du système (notamment par un taux élevé d'utilisation des ressources mobilisées). Dans notre modèle, les entreprises de production fabriquent deux types de produits en Make To Stock. La production est un processus de fabrication par lots. Si le stock disponible est au moins égal à une taille de lot, et que le centre de gestion envoie un ordre de fabrication, la production se déclenche. A partir de la matière première (MP) le processus de production n° 1 génère des produits semis finis (PSF) qui sont à leur tour transformés en produits finis (PF) via le processus de production n° 2. Le premier processus de production est choisi comme étant le goulot d'étranglement de la production.

Toutes les entreprises qui constituent la chaîne logistique que nous modélisons sont des entreprises de production. Nous rappelons que dans la littérature, c'est rarement le cas. En effet, les auteurs ont tendance à considérer des chaînes logistiques constituées de fournisseurs producteurs suivis d'entreprises destinées à la distribution. La différence entre une entreprise de distribution et de production est que dans la distribution c'est le même produit qui entre et ressort de l'entreprise. Par contre, chez les manufacturiers, le produit est transformé. A l'arrivée, il est considéré comme de la matière première puis en fin de production il devient un produit fini, qui souvent est passé par une étape intermédiaire sous forme de produit semi fini. Nous avons donc voulu garder cette traçabilité du produit lors de la modélisation de notre chaîne logistique.

5.2.4 Processus Livraison

Le processus de livraison se concentre sur les opérations de transfert des flux physiques du fournisseur aux clients et reprend les questions du choix des quantités à livrer, de l'utilisation d'entrepôts et de leur mode de gestion.

5.2.4.1 *Le Taux d'Acceptation des Ordres de Livraison*

Afin de rendre compte de la réalité des pratiques industrielles, le concept de Taux d'Acceptation de l'Ordre de Livraison (TAOL) a été introduit à notre modèle. Ainsi, si le stock disponible en livraison chez les entreprises E_n est supérieur à la quantité commandée Q , le processus de livraison démarre, et la marchandise est transférée au quai de chargement afin d'être expédiée suivant le type de transport choisi. Cependant, si le stock disponible est inférieur à la commande mais reste tout de même supérieur à un certain taux ($TAOL * Q$), la marchandise disponible est livrée, et le reliquat est lancé en production et reste en attente de livraison. C'est ce qui est appelé *Back Order Reliquat* (B/O-R). Enfin, si le stock est inférieur à $TAOL * Q$, dans ce cas, un *Back Order* (B/O) est lancé et le processus de livraison attend le délai nécessaire à la production de ce B/O. Le TAOL est un paramètre qui dépend des seuils de reconstitution ainsi que du nombre de ressources de transport disponibles. Ce concept permet de minimiser les ruptures de stocks et les délais de retards. Le choix de sa valeur rend compte du compromis que l'entreprise accepte de faire entre les coûts de détention de stock et les coûts de ruptures et de retards. Le schéma ci-dessous décrit le processus de gestion des livraisons au niveau des entreprises E_n :

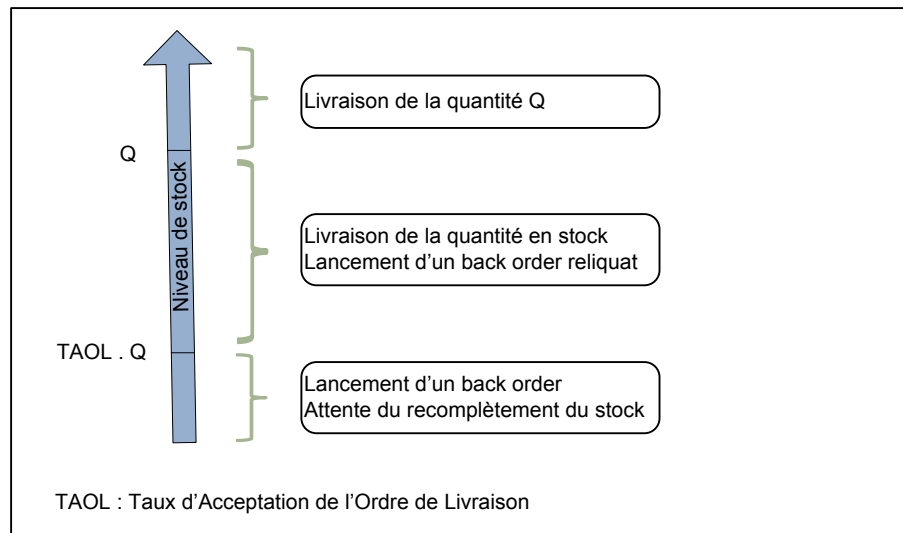


Figure 18 : Concept du TAOL

5.2.4.2 Cas de l'entrepôt avancé

La création d'un entrepôt avancé peut offrir plusieurs possibilités (Figure 19). En effet, l'entrepôt avancé (intermédiaire) peut coïncider avec le point de différenciation de la taille des lots. Comme il peut être la frontière entre une gestion en flux poussés (Quai de chargement du fournisseur – Entrepôt intermédiaire) et une gestion en flux tirés (Entrepôt intermédiaire – Quai de déchargement du client). Les produits peuvent également être acheminés en nombre par train et regroupés dans un entrepôt pour être livrés ensuite par camion aux clients en vue d'un meilleur compromis entre qualité de service et coût économique. Enfin, lors de la mise en place de mécanismes de coordination de type VMI, et afin de répondre au besoin de se rapprocher du client, les entreprises peuvent décider d'avoir recours à un entrepôt avancé (Rouibi, Burlat, Frein, & Ouzrout, 2010).

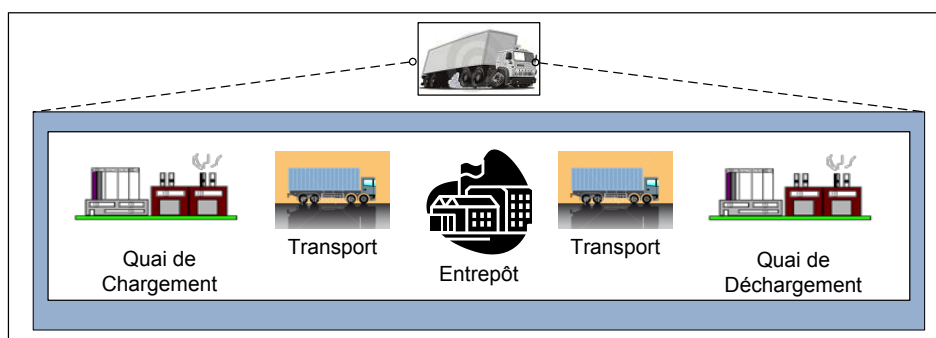


Figure 19 : Cas d'un entrepôt avancé

5.2.5 Processus de transport

Les mécanismes de coordination que nous nous proposons d'étudier s'intéressent aux types de collaboration entre deux échelons de la chaîne logistique. Il est donc important de prendre en compte les interactions et les activités qui peuvent exister entre ces entreprises. Parmi ces activités nous avons intégré le transport. Le processus de gestion du transport

modélisé permet de choisir entre trois types de transports : le transport périodique, le transport sous condition de quantité et le transport au besoin.

5.2.5.1 *Transport périodique*

A chaque fois qu'une entreprise (E_n) a besoin de se réapprovisionner, elle lance une commande. L'entreprise en amont (E_{n-1}) déclenche alors le processus de livraison et transfère la quantité commandée au niveau du quai de chargement. A chaque période de transport, le transporteur T_{n-1} scrute son quai de chargement. Si de la marchandise y est présente, cela correspond donc à une commande et le transporteur lance alors son processus de transport. Après un délai de transport, la marchandise arrive au processus de réception de l'entreprise E_n qui a lancé la commande.

5.2.5.2 *Transport sous conditions*

Si la production à livrer atteint une certaine quantité définie par l'utilisateur, le processus de transport se déclenche automatiquement.

5.2.5.3 *Transport au besoin*

A chaque fois que le client lance une commande et que la quantité chez le fournisseur est disponible, le processus transport peut démarrer à condition que les ressources de transports soient disponibles.

5.2.6 Processus de demande du client final

La simulation débute par la génération d'une demande du marché qui remonte de proche en proche vers l'amont de la chaîne jusqu'au fournisseur initial.

Toutes les 24 heures survient une demande du client final de deux produits Produit 1 (P1) et Produit 2 (P2). Cette demande peut être de deux types : stable (stationnaire) ou saisonnière (variable).

Dans le cas d'une demande stable, les deux demandes de P1 & P2 suivent une loi Normale de moyenne 50 et d'écart type de 5 (Normal(50,5)).

Dans le cas de demande saisonnière, la composante de saisonnalité est déterministe (moyenne fixe par période de trois mois), et la composante résiduelle de la demande est aléatoire (écart type de 5). Aussi, lorsque la demande de P1 est haute (Normal(75,5)) alors, la demande de P2 est basse (Normal(25,5)) et inversement. Ainsi, la chaîne logistique a une capacité de production suffisante afin de satisfaire la demande du mix de P1 et P2 qui est toujours d'une moyenne de 100 unités. On suppose, que tous les 3 mois, la demande de P1 & P2 permute, le produit dont la demande était basse devient haute et inversement.

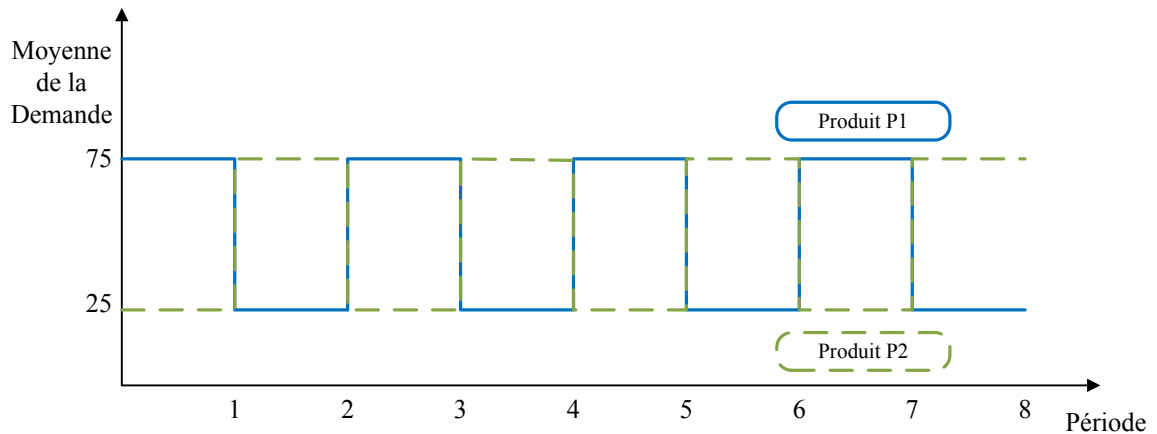


Figure 20 : Profil de la demande saisonnière

5.3 Modélisation des mécanismes de coordination

5.3.1 Chaîne logistique de référence

La chaîne logistique avec mécanisme de coordination standard servira comme référentiel. Elle est présentée sur la figure ci-dessous. Afin d'alléger la figure, les transports ne sont pas représentés.

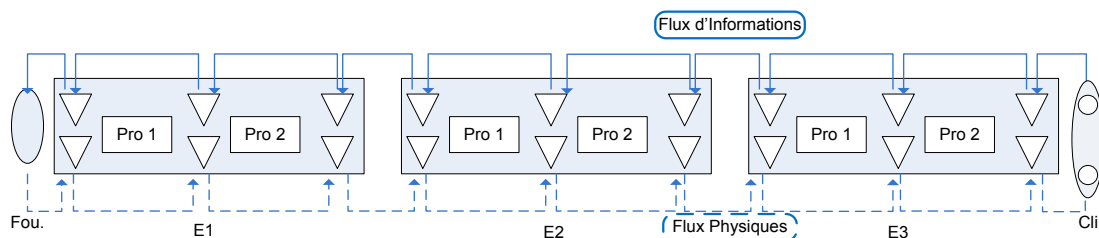


Figure 21 : Chaîne logistique standard

La méthode de gestion des approvisionnements utilisée est la méthode (s, Q) pour les trois entreprises E1, E2 et E3 et pour les deux types de demande (demande stable et saisonnière).

Dans le cas du mécanisme de coordination standard, nous supposons que les entreprises E2 et E1 n'ont pas d'information concernant la demande finale. Leur gestion des approvisionnements est la méthode (s, Q) , où les valeurs de s et Q sont des valeurs moyennes qui restent inchangées quel que soit le type de la demande.

Lorsque la demande est saisonnière, la quantité de réapprovisionnement Q reste identique au cas où la demande est stable. Cette hypothèse a été formulée pour être en accord avec le paramétrage des différentes classes d'efficacité. En effet, chaque classe a été calibrée avec des délais qui prennent en considération des valeurs déterminées de Q . Par contre, c'est le seuil de reapprovisionnement (s) de l'entreprise E3 qui varie en fonction du type de la demande

haute ou basse. L'entreprise E3 est en amont direct du client final, l'hypothèse que E3 ait connaissance du comportement de sa demande est donc justifiée. Les entreprises E2 et E3 n'ont pas connaissance du type de la demande finale. Elles utilisent un seuil de recombêtement moyen quel que soit le type de la demande.

La production est un processus de fabrication par lots. Nous formulons l'hypothèse que le DO achète ses matières premières en quantité équivalente à sa taille de lot de production. Cette hypothèse a été également utilisée par (Zhang, Liang, Yu, & Yang, 2007).

La livraison n'est autorisée que si les quantités disponibles sont suffisantes pour satisfaire la totalité de la demande (TAOL à 100 %). Nous avons considéré un transport avec un délai de 24h. C'est un transport au besoin sans contrainte de nombre de ressources. Les entreprises de transport sont considérées comme parfaites (pas de pannes, pas de rebuts), Par ailleurs, la capacité du camion est considérée comme infinie. Ces hypothèses, bien que simplificatrices, n'ont pas d'influence sur les résultats qui nous intéressent. Le transport n'étant pas le premier objectif de notre analyse.

Puisque nous avons considéré qu'un seul client, le stockage dans un entrepôt n'est pas un impératif. Toutefois, nous avons inclus dans notre modèle la possibilité d'avoir recours à un entrepôt de manière à faciliter le développement de la modélisation par la suite.

5.3.2 Chaîne logistique avec Partage d'informations (PI)

Lorsqu'un partage d'informations (PI) sur la demande du client final existe (Figure 22), l'entreprise E3 informe l'entreprise E2 du type de la demande (haute ou basse). Ce partage d'informations permet à E2 de réajuster ses seuils de recombêtement des stocks.

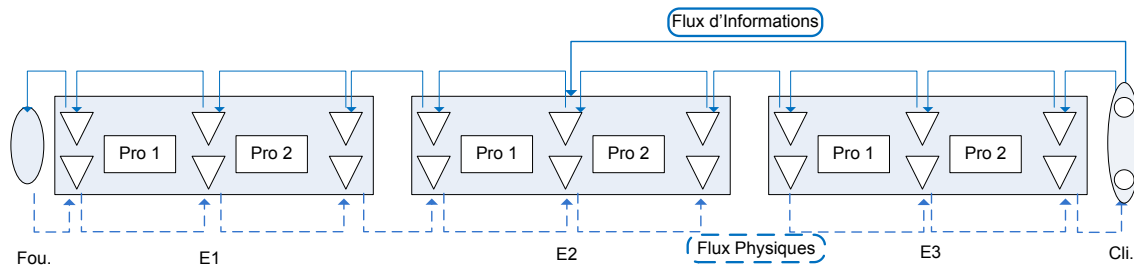


Figure 22 : Chaîne logistique avec Partage d'informations

Les entreprises doivent prévoir à l'avance le moment de changement du type de la demande et actualiser leurs seuils de recombêtement de stock avant cet instant afin de pouvoir répondre sans retards. En effet, un déphasage existe entre le moment de changement de type de demande et l'instant où les entreprises doivent démarrer leur production afin de répondre à cette demande (Figure 23). Ainsi, la production doit démarrer au moment :

$$Temps_{\text{changement de période}} - \text{Délai}_{\text{mise à disponibilité des produits}}$$

Le temps de changement de période est connu et déterministe. De plus, on suppose que le PI, entre les partenaires, sur ce changement est fiable. Le délai de mise à disponibilité des produits est calculé suivant la position du stock dans la chaîne logistique (suivant cette position, il peut intégrer le temps de transport, de livraison, de production et/ou de réception).

Un autre délai est aussi à prendre en considérations, c'est celui du délai administratif de transmission de l'information entre entreprises. Une entreprise répond à une commande uniquement une fois qu'elle ait reçu un ordre de réapprovisionnement et non avant. Si un délai administratif de transmission de l'information entre entreprises existe, c'est uniquement passé ce délai que l'entreprise FO réapprovisionnera le DO. Ainsi, l'entreprise FO doit démarrer sa production à l'instant :

$$\text{Temps}_{\text{changement de période}} - \text{Délai}_{\text{mise à disponibilité des produits}} + \text{Délai administratif de transmission de l'information}.$$

Nous posons :

$$\text{Déphasage} = \text{Délai administratif de transmission de l'information} - \text{Délai}_{\text{mise à disponibilité des produits}}.$$

Nous supposons, dans la campagne de simulation, que le délai administratif de traitement de l'information est nul. Cependant, afin de faciliter notre travail futur, nous avons voulu construire un modèle qui intègre d'ors et déjà cette variable. Il sera plus facile par la suite de lui attribuer des valeurs numériques.

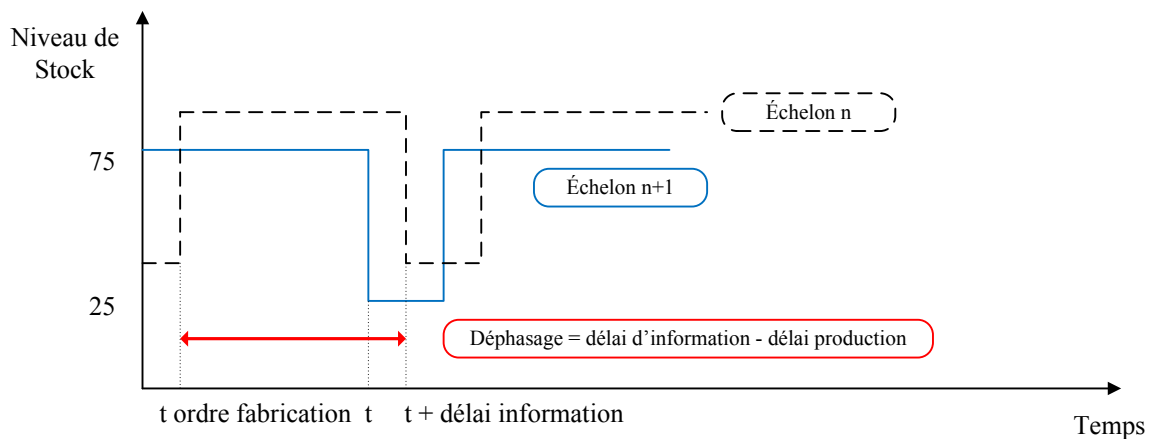


Figure 23 : Le déphasage temporel

5.3.3 Chaîne logistique avec Partage d'informations Étendu (PIE)

Lorsque le partage d'informations étendu existe, l'entreprise E3 informe l'entreprise E2 ainsi que l'entreprise E1 du type de la demande (haute ou basse). Ce partage d'informations permet donc à E2 ainsi qu'à E1 de réajuster leurs seuils de recomplètement des stocks.

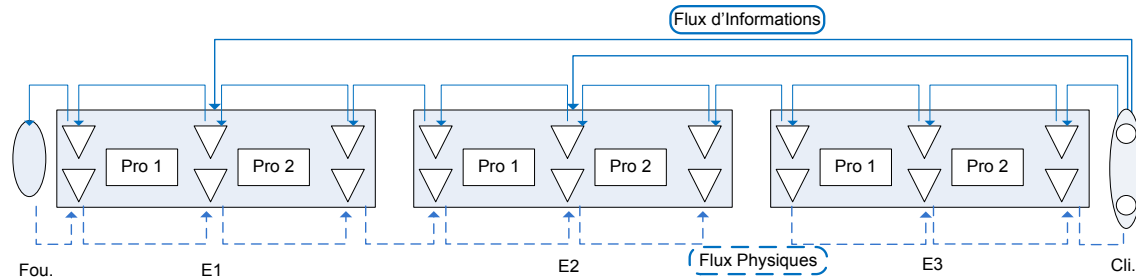


Figure 24 : Chaîne logistique avec Partage d'informations Étendu

Notons que le partage d'informations sur la demande est pertinent uniquement dans le cas où la demande est saisonnière. En effet, si la demande est stable, les seuils de reapprovisionnement resteront stables également.

5.3.4 Chaîne logistique avec VMI

Une étape importante de notre étude, consiste en l'introduction du VMI au sein de la chaîne logistique. L'objectif est d'étudier la possibilité de tirer profit des avantages de ce mécanisme de coordination.

Rappelons qu'en VMI, le contrôle des stocks du DO devient la responsabilité du FO. Ainsi, ce dernier peut choisir la quantité et l'instant de réapprovisionnement qui lui convient. Dans le cas standard ou avec partage d'informations le FO subissait des quantités de commandes qui n'étaient pas forcément compatibles avec son mode de production et de gestion. Dans le cas avec VMI, on suppose que cette quantité correspond à sa propre taille de lot de production. On suppose aussi que le DO est toujours d'accord avec la quantité de reapprovisionnement décidée par le FO.

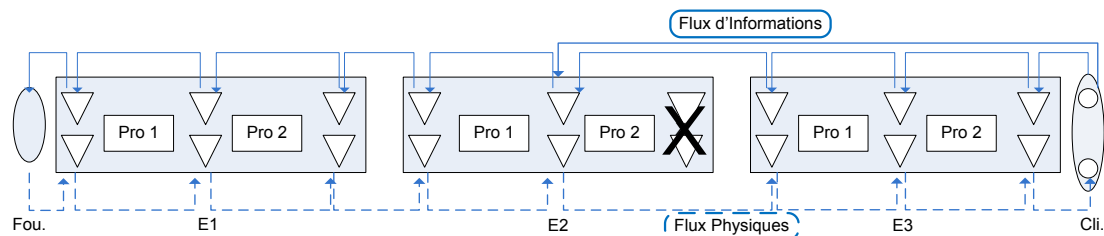


Figure 25 : Chaîne logistique avec VMI

Comme l'a montrée la partie d'étude de la littérature, le VMI est le plus souvent mis en place entre les entreprises proches du client final. Ainsi, nous considérons que le VMI est engagé entre E2 et E3 (Figure 25). Le FO VMI est l'entreprise E2, le client VMI est l'entreprise E3. E2 a une information sur le niveau de stock de E3 et sur la demande finale. E2 décide aussi du moment et de la quantité de réapprovisionnement. A chaque fois que le stock de matières premières de E3 atteint un certain niveau, E2 réapprovisionne E3. La visibilité offerte par le VMI permet au FO VMI d'avoir une meilleure organisation. E1 n'est plus « passive » face aux commandes de son client, mais elle devient « active ». La production de E2 passe en MTO¹² (transition du push à un pull). Le seuil de reapprovisionnement avec VMI est

¹² Pour (Dong et al. 2007), l'application du VMI a correspondu au passage à une production en MTO

différent de celui sans VMI. De ce fait, avec le passage d'une production pour stock à une production au besoin, le seuil de recomplètement doit couvrir le délai supplémentaire qui correspond au processus de production 2 de l'entreprise E2.

Nous supposons que le client propose au FO de stocker à son niveau. Le stock de produits finis du FO VMI est alors transféré vers le stock matières premières du client VMI. Ainsi, après chaque production du processus 2 de l'entreprise E2, les produits sont directement transportés chez E3.

Un autre changement à considérer lors de la modélisation du VMI est la réduction du temps de traitement administratif. Comme nous l'avons vu au chapitre 4, l'introduction d'un ERP permet une réduction des délais de traitement de commande de près de 50%. Nous avons inclus à notre modélisation une variable qui correspond au délai administratif. Il suffit ensuite de réduire sa valeur afin d'étudier l'impact de ce changement. Cependant, comme notre objectif n'est pas d'étudier cet aspect du VMI, lors de la campagne de simulation, nous attribuerons au délai administratif une valeur nulle quelque soit le mode de coordination choisi.

5.3.5 Chaîne logistique avec VMI Étendu

Nous n'avons trouvé qu'un seul article (Pamela Danese, 2006) qui traitait de la problématique du VMI Étendu. C'est pourquoi nous avons jugé utile d'entreprendre des recherches sur ce mécanisme également.

La modélisation du VMIE est présentée sur la figure ci-dessous. Les mêmes principes de l'application du VMI entre E2 et E3 sont étendus à l'application du VMI entre E1 et E2. Dans ce mécanisme, le VMI est mis en place entre tous les paires d'échelons de la chaîne logistique (E1-E2 ainsi que E2-E3). E2 est donc à la fois le client VMI (pour le VMI mis en place entre E1 et E2), et le fournisseur VMI (pour le VMI mis en place entre E2 et E3).

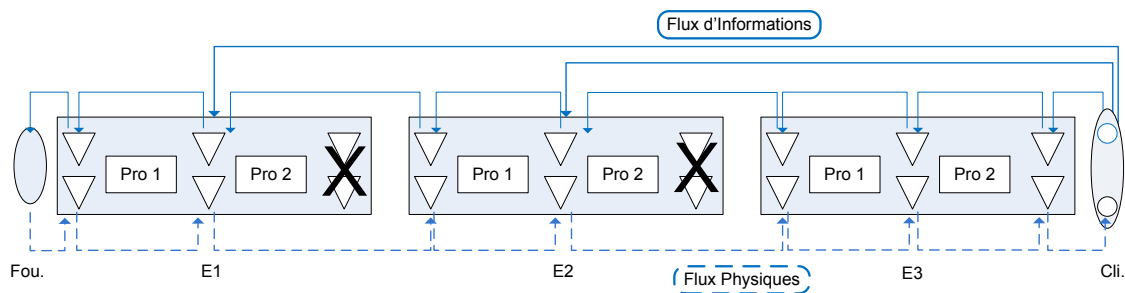


Figure 26 : Chaîne logistique avec VMI Étendu

5.4 Classes d'efficacité des entreprises

Pour prendre en considération la variété d'entreprises qui existe, (Essaid, 2008) a défini quatre classes d'efficacité d'entreprises nommées A, B, C et D. Ces classes ont été déterminées en fonction des valeurs des composantes de leur Taux de Rendement Synthétique (TRS) (en anglais : Overall Equipment Effectiveness (OEE)). Avec :

Classe A : $80\% \leq \text{TRS} \leq 97\%$:

Classe B : $65\% \leq \text{TRS} \leq 79\%$;

Classe C : $50\% \leq \text{TRS} \leq 64\%$;

Classe D : $38\% \leq \text{TRS} \leq 49\%$.

Chaque entreprise de la chaîne logistique (E1, E2 ou E3) peut faire partie de l'une de ces classes. Il existe ainsi 64 combinaisons possibles de chaînes logistiques représentées sur la Figure 27.

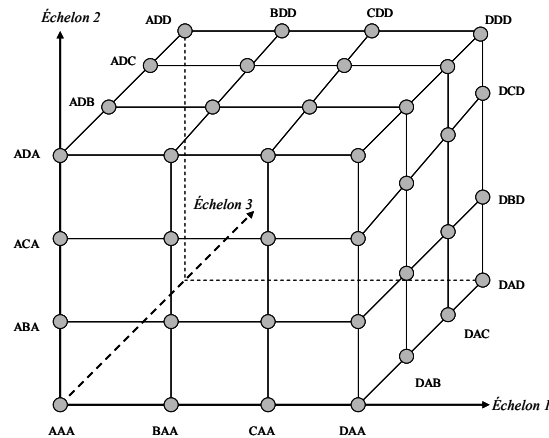


Figure 27. Les combinaisons de classes d'entreprises

5.4.1 Procédure de détermination des classes d'efficacité

Les composantes du TRS, qui sont la disponibilité, la performance et la qualité (cf. 2.6.4.3), ne suffisent pas pour calculer tous les paramètres des processus de l'entreprise. Par exemple, le taux de disponibilité donne la fraction du temps consacré aux lancements et aux changements de série par rapport aux temps de non production causés par les ruptures de charge et la saturation des processus en aval. Aussi, il faut déterminer les pourcentages de répartition du temps total d'indisponibilité entre ces facteurs. Deux taux d'indisponibilité ont donc été définis par Essaid : l'indisponibilité due aux pannes et l'indisponibilité due aux lancements. Les temps de pannes, de setup et autre temps d'indisponibilité sont obtenus en multipliant le temps d'indisponibilité par les pourcentages de chacune de ces trois composantes d'indisponibilité (voir Tableau 19).

Les pannes ont été modélisées par leur temps moyen entre pannes (Mean Time Between Failure (MTBF)) et leur temps moyen de réparation (Mean Time To Repair (MTTR)). A partir du pourcentage d'indisponibilité dû aux pannes, les valeurs du MTBF ont été fixées et les MTTR ont été calculés en conséquence.

Une fois tous ces paramètres fixés, les différents temps des processus ont été calculés en se basant sur une cadence de production et un temps d'ouverture journalier. Les différents temps sont obtenus en effectuant le calcul inverse des composantes du TRS. Avec :

$$\text{Temps productif} = \text{Temps d'ouverture} \times \text{Taux de rendement synthétique}$$

$$\text{Temps opérationnel net} = \text{Temps productif} / \text{Taux de qualité}$$

$$\text{Temps opérationnel} = \text{Temps opérationnel net} / \text{Taux de performance}$$

$$\text{Temps d'indisponibilité} = \text{Temps d'ouverture} - \text{Temps opérationnel}$$

C'est ainsi que (Essaid, 2008) a réalisé le calibrage des différentes classes d'efficacité présenté sur le tableau ci-dessous :

Tableau 19 : Calibrage des différentes classes d'efficacité (Essaid, 2008)

Ratios de performance				
Classe d'entreprise ==>	A	B	C	D
TRS	93%	77%	63%	48%
Disponibilité	99%	89%	79%	69%
Performance	95%	90%	86%	76%
Qualité	99%	96%	93%	91%
% Indisponibilité dû aux pannes	40%	40%	40%	40%
% Indisponibilité dû aux set up	40%	40%	40%	40%
% Indisponibilité autres	20%	20%	20%	20%
Cadence [ppm]	0,100	0,100	0,100	0,100
Temps d'ouverture [h]	10			
Temps productif	9,31	7,69	6,32	4,77
Temps opérationnel net	9,41	8,01	6,79	5,24
Temps opérationnel	9,90	8,90	7,90	6,90
Temps d'indisponibilité	0,10	1,10	2,10	3,10
Temps de pannes	0,040	0,440	0,840	1,240
Temps set up	0,040	0,440	0,840	1,240
Temps indisponibilité autre	0,020	0,220	0,420	0,620
MTBF	200,00	150,00	100,00	80,00
MTTR	0,80	6,60	8,40	9,92
Cadence corrigée [ppm]	0,10	0,11	0,13	0,15
Temps processus moyen goulet [h]	0,175	0,153	0,132	0,112
Variance relative temps processus	20%	20%	20%	20%
Temps processus min goulet	0,140	0,122	0,105	0,090
Temps processus max goulet	0,211	0,184	0,158	0,135
Excédent relatif non-goulet	20%	20%	20%	20%
Temps processus moyen non- goulet	0,140	0,122	0,105	0,090
Temps processus min non-goulet	0,112	0,098	0,084	0,072
Temps processus max non-goulet	0,168	0,147	0,126	0,108
Nombre de lancement par jour (min)	6	4	2	1
Temps set up unitaire	0,007	0,126	0,420	1,240
Excédent relatif de temps de changement de produit	10%	10%	10%	10%
Temps de changement de produit	0,007	0,138	0,462	1,364

5.4.1.1 Ajustement des cadences de production

Une correction de cadence a été effectuée pour les entreprises de classe B, C et D. Cette correction avait pour objectif de normaliser les débits de production et d'aligner les temps de production de ces classes avec ceux de la classe la plus performante (A). Cet ajustement des

cadences est équivalent à l'augmentation du temps d'ouverture des entreprises de classe B, C et D, c'est-à-dire un ajout de capacité sous forme d'heures supplémentaires (Essaid, 2008).

De ce fait, afin de maintenir une livraison sans retard, un ratio d'extra capacité est multiplié par les cadences de production des classes B, C et D. Ce ratio traduit la récupération des pertes de capacité dues aux écarts de rendement entre les quatre classes d'entreprises. L'ajustement des capacités de production se fait par rapport à l'entreprise la plus efficace de classe A. Ainsi pour les entreprises B, C et D, la cadence corrigée est égale à :

Cadence corrigée (i)

$$= \text{Cadence nominale} \times \text{Taux de performance (i)} \times \frac{\text{Temps productif (A)}}{\text{Temps productif (i)}}$$

Avec : i = B, C, D

5.4.1.2 Les valeurs d'entrée du système

Les classes d'efficacité étant définies, leur instanciation sur le logiciel de simulation est obtenue en attribuant des valeurs différentes aux inputs en fonction de la valeur de leur TRS (temps de production, taux de pannes, taux de qualité, etc.). Les délais de production des processus ainsi que les tailles de lots ont été modélisés à l'aide de lois triangulaires (TRIA) afin de tenir compte de l'aléa qui peut les affecter. Les paramètres utilisés pour l'instanciation des classes d'efficacité sont résumées sur le Tableau 21.

Tableau 20 : Paramètres de simulation du modèle de la chaîne logistique (Essaid, 2008)

	A	B	C	D
	Processus de Réception			
Délai [h/unit]	TRIA(0.01,0.02,0.03)			
Qualité	99%	96%	93%	91%
Quantité de réapprovisionnement Q	TRIA(70,80,90)	TRIA(80,90,100)	TRIA(90,100,110)	TRIA(100,110,120)
	Processus de Livraison			
Délai [h/unit]	TRIA(0.01,0.02,0.03)			
	Processus de Transport			
Délai [h]	TRIA(23,24,25)			
	Process Production 1			
Délai [h/unit]	TRIA(0.13,0.14,0.15)	TRIA(0.12,0.13,0.14)	TRIA(0.11,0.12,0.13)	TRIA(0.08,0.09,0.10)
Temps de Setup [h]	TRIA(0.08,0.1,0.3)	TRIA(0.15,0.20,0.40)	TRIA(0.3,0.4,0.6)	TRIA(0.5,0.7,1)
Temps de changement de série [h]	TRIA(0.1,0.2,0.4)	TRIA(0.17,0.19,0.20)	TRIA(0.4,0.5,0.8)	TRIA(0.7,1,1.4)
Qualité	99%	96%	93%	91%
MTBF [h]	EXPO(200)	EXPO(150)	EXPO(100)	EXPO(80)
MTTR [h]	EXPO(1,5)	EXPO(3)	EXPO(4)	EXPO(5)
Taille de Lot	TRIA(70,80,90)	TRIA(80,90,100)	TRIA(90,100,110)	TRIA(100,110,120)
	Process Production 2			
Délai [h/unit]	TRIA(0.12,0.13,0.14)	TRIA(0.11,0.12,0.13)	TRIA(0.10,0.11,0.12)	TRIA(0.07,0.08,0.09)
Temps de Setup [h]	TRIA(0.08,0.1,0.3)	TRIA(0.15,0.20,0.40)	TRIA(0.3,0.4,0.6)	TRIA(0.5,0.7,1)
Temps de changement de série [h]	TRIA(0.1,0.2,0.4)	TRIA(0.17,0.19,0.20)	TRIA(0.4,0.5,0.8)	TRIA(0.7,1,1.4)
Qualité	99%	96%	93%	91%
MTBF	EXPO(200)	EXPO(150)	EXPO(100)	EXPO(80)
MTTR	EXPO(1,5)	EXPO(3)	EXPO(4)	EXPO(5)
Taille de Lot	TRIA(70,80,90)	TRIA(80,90,100)	TRIA(90,100,110)	TRIA(100,110,120)

Le recours aux heures supplémentaire des classes d'efficacité B, C et D est intégré dans le calcul des coûts de revient de notre modèle. Il est à souligner également que certaines modifications ont été apportées à la classification réalisée par Essaid. Notamment des changements sur les seuils qui ont dû être réajustés après la mise en place des transports intermédiaires et des mécanismes de coordination. Ceci fait l'objet des prochaines sections.

5.4.2 Procédure de détermination des seuils de reapprovisionnement

Le seuil de reapprovisionnement a d'abord été calculé de manière théorique. Ce seuil doit couvrir la demande durant le délai de réapprovisionnement ainsi qu'un certain stock de sécurité. Ce calcul a permis d'obtenir un ordre de grandeur des seuils. Cependant, comme il s'agit dans cette modélisation de cas aléatoires (pannes, taux de qualité, ...), la valeur théorique a dû être réajustée par simulations. Les seuils ont été calibrés de manière à trouver le seuil minimal qui réalise 99 % de taux de service et zéro retards pour le client final.

Par raison de simplification nous avons considéré une égalité des seuils quelle que soit la combinaison de chaîne logistique et quelle que soit la position du stock au sein de l'entreprise. Cette hypothèse est assez simplificatrice et ferait l'objet de perspectives de recherches intéressantes. En effet, les seuils peuvent changer en fonction des différentes combinaisons à simuler. Le seuil de chaque entreprise de classe A dans une chaîne logistique de type AAA peut être différent du seuil d'une entreprise de classe A dans une chaîne logistique de type ADD. De même, les différents stocks (matières premières, produits semi fins, produits finis) peuvent avoir différents seuils.

Dans la modélisation considérée, les seuils dépendent de la classe de l'entreprise, du type de la demande finale ainsi que du type du mécanisme de coordination mis en œuvre (Figure 28).

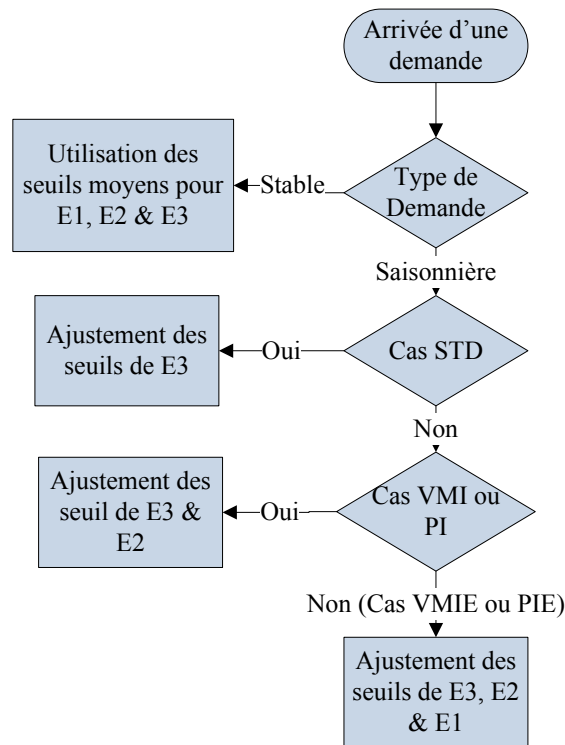


Figure 28 : Instanciation des seuils de reapprovisionnement

5.4.2.1 Mécanisme de coordination standard

Dans le cas de la demande stable, chaque entreprise garde les mêmes seuils de reapprovisionnement durant toute la durée de la simulation. Ces seuils de reapprovisionnement (s_{DS}) sont calibrés pour répondre à une demande qui suit une loi Normale (50,5) pour les produits P1 et P2.

Dans le cas de la demande variable, on commence par supposer que la demande est stable durant toute la durée de la simulation. Cependant, cette fois, la loi de distribution de la demande des produits P1 et P2 suit les lois : Normale (75,5) & Normale (25,5) respectivement. Les seuils de recombplètement minimaux sont sélectionnés. Les seuils ainsi déterminés seront utilisés lorsque la demande est variable en effectuant des permutations entre les seuils à chaque changement de période. Ainsi à une demande haute correspondra le seuil de recombplètement s_{DH} et à une demande basse correspondra le seuil s_{DB} .

Les valeurs de ces différents seuils de recombplètement (seuil demande stable, seuil demande haute, seuil demande basse) sont données dans le *Tableau 21* ci-dessous suivant les quatre classes d'efficacité des entreprises.

Tableau 21 : Instanciation des seuils de recombplètement suivant la classe de l'entreprise et le type de demande

	A	B	C	D
s_{DS}	TRIA(50,60,70)	TRIA(60,70,80)	TRIA(70,80,90)	TRIA(80,90,100)
s_{DH}	TRIA(80,90,100)	TRIA(95,105,115)	TRIA(110,120,130)	TRIA(125,135,145)
s_{DB}	TRIA(25,30,35)	TRIA(30,35,40)	TRIA(35,40,45)	TRIA(40,45,50)

5.4.2.2 Mécanisme de coordination avec VMI

On suppose que le client VMI souhaite garder le même stock moyen qu'il avait avant le VMI afin de ne pas réduire son taux de service client. Le seuil de recombplètement qui assure ce stock moyen est appelé s_{vmi} . Le seuil de recombplètement du stock de matières premières du DO correspond au seuil de complètement du mécanisme de coordination standard auquel une valeur est ajoutée. En effet, dans le cas avec VMI, il y a eu passage du FO VMI d'une production pour stock à une production au besoin. De ce fait, le seuil de recombplètement du stock matières premières du DO doit être augmenté d'une valeur que nous avons appelée Δ_{vmi} . Cette valeur est destinée à couvrir la demande durant le délai supplémentaire de production du processus 2 du FO VMI.

$$s_{vmi(i)} = s_{(i)} + \Delta_{vmi(i)} ; i = DS, DH, DB.$$

Avec :

DS = Demande Stable,

DH = Demande Haute,

DB = Demande Basse.

$s_{(i)}$ = seuil de recombplètement des stock durant la demande de type i

$s_{vmi(i)}$ = seuil de recombplètement des stock dans le cas VMI durant la demande de type i

$\Delta_{vmi(i)}$ = seuil supplémentaire correspondant au cas VMI

Les valeurs de $\Delta_{vmi(DS)}$ sont obtenues par simulations (*Tableau 22*):

Dans le cas de la demande stable, le seuil de recombplètement de matière première du DO VMI est augmenté jusqu'à obtenir la même valeur du stock moyen avant VMI. Les valeurs trouvées sont présentées sur le *Tableau 22*.

Dans le cas de la demande variable, un pourcentage de réajustement est appliqué. Ce pourcentage équivaut au pourcentage de variation de la demande et est égal à +/- 50%.

$$\Delta_{vmi(DH)} = \Delta_{vmi(DS)} \times (1 + 50 \%)$$

$$\Delta_{vmi(DB)} = \Delta_{vmi(DS)} \times (1 - 50 \%)$$

Tableau 22 : Instanciation de Δ_{vmi} suivant la classe de l'entreprise et le type de demande

	A	B	C	D
$\Delta_{vmi(DS)}$	30	40	50	60
$\Delta_{vmi(DH)}$	45	60	75	90
$\Delta_{vmi(DB)}$	15	20	25	30

5.5 Indicateurs de performance

Nous avons voulu construire un modèle Arena qui génère plusieurs indicateurs utilisés comme moyens d'aide à la décision. Nous faisons la distinction entre deux types de KPI (Key Performance Indicators) : (i) des KPI utilisés pour évaluer la performance globale de la chaîne logistique. Ils sont liés au degré de satisfaction du client final, tels que le taux de service de E_3 , les retards E_3 , et le stock total de la chaîne logistique. (ii) des KPI utilisés pour évaluer la performance locale de chaque entreprise, ce sont tous les autres indicateurs représentés sur *Tableau 23*.

Dans le cas VMI, le retard entre les échelons, peut être considéré comme interne entre le DO et le FO. Dans ce cas, cet indicateur devient inapproprié. Par contre l'indicateur à mettre en place dans ce cas se rapporte aux clauses contractuelles qui ont été consenties entre le DO et le FO. A savoir que le FO doit s'engager à ce que le stock du DO VMI se trouve toujours à l'intérieur d'un intervalle borné par un stock minimal et un stock maximal. Si ce n'est pas le cas, le FO paye au DO des pénalités de sur ou de sous stockage.

Tableau 23 : Les Indicateurs de performance

Indicateur de Performance	Définition	Mode de calcul	Remarque
Service Rate par entreprise E_n ($SR(E_n)$)	Taux de service par entreprise	$\frac{\text{Quantité Commandée } E_{n+1}}{\text{Quantité Livrée } E_n}$	$n = 1, 2, 3.$ E_4 $= \text{Client final}$
Stock Entreprise E_n	Niveau de stock moyen de E_n	$\text{Stock MP } E_n + \text{Stock PSF } E_n + \text{Stock PF } E_n$	$n = 1, 2, 3.$
Stock Total de la CL	Niveau de stock moyen de toute la CL	$\sum_{n=1}^{n=3} \text{Stock } E_n$	
Retard Entreprise E_n	Retard moyen par pièce	$\frac{\text{Nbr BO } E_n \times \text{Qté Moy de BO } E_n \times \text{Délai Moy BO } E_n}{\text{Nbr total de pièces livrées par } E_n}$	Le retard de E_3 est le retard ressenti par le client final.

Indicateur de Performance	Définition	Mode de calcul	Remarque
			BO : <i>Back Order</i>
TO E_n	Taux d'occupation de la ressource goulot de E_n	$\frac{\text{Temps où la ressource est active}}{\text{Temps total de simulation}}$	Indicateur calculé par le système de simulation Arena
Nombre de Transport T_n et Quantité transportée		Calculé à travers un simple compteur	
BWE E_n	Bullwhip Effect de E_n	$\frac{\text{Variance de la commande de } E_n}{\text{Variance de la commande de } E_{n+1}}$	
Rupture de stock ou surstockage	Concerne uniquement le DO VMI, utilisé pour le calcul de pénalités	$\text{Durée de rupture ou de surstockage} \times \text{Nombre de pièces concernées}$	

Le tableau ci-dessus définit tous les indicateurs de performance qu'il est possible d'analyser à travers notre modélisation. Ces indicateurs sont la moyenne des résultats obtenus pour les deux produits.

5.6 Calcul des coûts

L'évaluation des coûts induits par le fonctionnement des chaînes logistiques est une donnée essentielle. De ce fait, cette évaluation a été intégrée aux indicateurs de performance à analyser. Pour ce faire, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- Les différents coûts unitaires sont supposés identiques quelle que soit la classe d'efficacité, la position de l'entreprise dans la chaîne logistique, le type de la demande, et quel que soit le type du produit ;
- Nous avons supposé que les coûts de possessions sont identiques pour les trois entreprises. Même si cette hypothèse a été utilisée dans la littérature ((Van Nyen et al., 2007)), nous sommes conscients que dans les chaînes logistiques empiriques, ce n'est que rarement le cas ;
- Dans le cas du mécanisme de coordination standard ou avec partage d'informations, le coût de passation de commande est considéré indépendant de la quantité commandée ;
- Dans le cas de mécanisme de coordination avec VMI, les coûts de passation de commande du DO VMI au FO VMI n'existent pas, car c'est le FO VMI qui gère les stocks du DO sans que ce dernier n'intervienne. Par contre, le FO VMI subit des coûts supplémentaires de gestion de commande de son client. On supposera que les coûts de gestion de commande du FO VMI sont identiques aux coûts de passation de

commande du DO avant VMI. Ainsi, uniquement un transfert de la propriété des coûts entre le DO et le FO a été considéré ;

- Dans le cas de mécanisme de coordination standard ou avec partage d'informations, le FO subissait des coûts de pénalités dus aux retards et aux ventes perdues. Avec VMI, cette notion de retard ou de ventes perdues n'est plus applicable étant donné que c'est le FO qui décide de la période et de la quantité de réapprovisionnement. Par contre, lors de l'établissement du contrat entre DO et FO, des accords sont établis entre les partenaires sur les quantités de stockage minimales et maximales que le FO doit assurer au DO. Le FO accepte de payer une pénalité au DO pour chaque unité de produit qui est inférieure à la borne inférieure (B_{inf}) du stock ou supérieure à la borne supérieure (B_{sup}). Nous posons :

$$B_{inf}(i) = s_{vmi(i)}$$

$$B_{sup}(i) = s_{vmi(i)} + Q_{(Classe E_n)}$$

Avec :

$i = DS, DH, DB$

Q = quantité économique de réapprovisionnement.

Tableau 24 : Les avantages et inconvénients du VMI pour le DO et le FO

FO	DO
+	
Ne subit plus de pénalités de retard ou de ventes perdues	Ne subit plus des coûts des passation de commande
-	
Coûts de pénalités si stock DO hors (B_{inf} , B_{sup}) Coût de gestion des stocks DO supplémentaires.	Autorise le transfert des stocks PF du FO au niveau de son propre stock de MP.

- La décision de mettre en place le VMI est de niveau stratégique. Dans ce travail, on se place au niveau de décisions opérationnelles. De ce fait, les coûts d'investissements nécessaires à la mise en place des mécanismes de coordination (PI et VMI) ne sont pas pris en compte ;
- Pour la détermination des coûts unitaires (Tableau 25), nous avons opéré en base cent. Nous avons supposé un prix de vente unitaire de 100 €/pcs. Tous les coûts unitaires représentent une fraction de ce prix de vente. A titre d'exemple, comme il est reporté dans la littérature que les coûts de possession de stock représentent en moyenne 15 à 20% du coût total (Angulo, Nachtmann & Waller 2004), nous avons donc attribué un coût de possession annuel de 15 €/pcs. Les coûts unitaires ainsi déterminés ne sont qu'un exemple numérique permettant d'analyser les résultats de la simulation. Comme nous sommes conscients qu'ils peuvent varier, nous avons veillé à automatiser le processus de calcul des coûts. De cette manière, il suffit à l'utilisateur de varier les coûts unitaires en entrée et notre système calculera un nouveau coût de revient.

Tableau 25 : Mode de détermination des coûts unitaires

Coût	Définition	Mode de calcul	Valeur numérique des coûts unitaires
$C_H(E_n)$	Coût de possession de l'entreprise E_n	$c_h \times \text{Stock moyen } E_n$ c_h : coût de possession unitaire annuel	$c_h = 15 \text{ €/pcs/an}$
$C_{Prod}(E_n)$	Coût de production de l'entreprise E_n	$c_p \times \text{Qtés produites}$	$c_p = 30 \text{ €/pcs}$
$C_{Pén}(E_n)$	Cas STD et PI : Coût des pénalités de retard et de ventes perdues	$c_r \times \text{Qtés en retard}$ + c_{vp} $\times \text{Qtés de ventes perdues}$	$c_r = 0,5 \text{ €/pcs/heure}$ $c_{vp} = 10 \text{ €/pcs}$
	Cas VMI : payé par le FO si le stock du DO est en dehors de l'intervalle $[B_{inf(i)}, B_{sup(i)}]$	$c_{sur \text{ stockage}} \times \text{délai où le stock dépasse } B_{sup} \times (\text{stock}(E_n) - B_{sup(i)})$ + $c_{sous \text{ stockage}} \times \text{délai où le stock est inférieur à } B_{inf(i)} \times (B_{inf(i)} - \text{stock}(E_n))$	$c_{sur \text{ stockage}} =$ $c_{sous \text{ stockage}} = 0,3 \text{ €/pcs/heure}$
$C_{Cde}(E_n)$	Coût de passation de commande	$c_{cde} \times \text{Nbr de commandes}$	$c_{cde} = 500 \text{ €/Commande}$
$C_{Trs}(T_n)$	Coût de transport	$c_{Trs} \times \text{Nbr de pièce} \times \text{Nbr de transports}$	$c_{Trs} = 500 \text{ €/Transport}$
$C_{Div}(E_n)$	Coût divers de l'entreprise E_n . Constitué du coût des heures supplémentaires et des déchets	$c_{hs} \times \text{Nbr d'heures sup} + c_d \times \text{quantité de déchets}$	$c_{hs} = 17 \text{ €/heure}$ $c_d = 30 \text{ €/pcs}$

5.7 Conclusion

La modélisation réalisée représente une chaîne logistique constituée de trois entreprises de production séparées par des entreprises de transport, un fournisseur initial et un client final. La modélisation du transport offre la possibilité de choisir entre différentes gestion ; un transport périodique, un transport sous conditions ou un transport au besoin. De plus, nous nous sommes intéressés à mettre en forme différents mécanismes de coordinations entre les échelons de la chaîne logistique. Sous le mécanisme standard, les entreprises s'échangent des ordres de réapprovisionnements uniquement. Sous le mécanisme de partage d'informations, les entreprises peuvent s'échanger des informations sur le type de la demande finale. Cette demande du client final est soit stable, soit saisonnière. Sous le mécanisme de coordination de type VMI, en plus de s'échanger des informations sur la demande, le fournisseur VMI prend en charge la responsabilité des réapprovisionnements de son client. Les chaînes logistiques peuvent être constituées de maillons de plusieurs classes d'efficacité. Il paraît intéressant d'étudier l'influence des différents mécanismes de coordination dans cet environnement. Pour ce faire, différents indicateurs de suivis ont été choisis, l'analyse de leurs résultats fera l'objet du chapitre 7.

Notre modèle peut aussi bien être utilisé par des consultants et des managers comme outil d'aide à la décision. En effet, notre modélisation de la chaîne logistique constitue une aide pour comprendre le fonctionnement des entreprises, analyser leurs performances, détecter les éventuels dysfonctionnements, valider la pertinence de la mise en place des mécanismes de partage d'informations ou de VMI et tester les paramètres de gestion de l'entreprise. De même, ce modèle peut également être utilisé à des fins pédagogiques afin de

permettre aux élèves d'approfondir leurs connaissances en gestion de chaînes logistiques. D'ailleurs, afin de permettre une meilleure appropriation du modèle, nous allons décrire avec détail son implémentation sous le logiciel de simulation Arena 12.0 dans le chapitre qui va suivre.

Certaines améliorations peuvent être apportées à notre modèle telle que l'étude de profils différents de la demande. L'intégration dans le partage d'informations de la possibilité d'inexactitude des informations transmises et de comportements opportunistes de la part des membres de la chaîne logistique. Dans la modélisation du VMI, nous avons supposé que le donneur d'ordres approuvait toujours les quantités de réapprovisionnement décidées par le fournisseur VMI. Une perspective serait d'étudier d'autres configurations du VMI où le DO partage par exemple la prise de décision avec son FO. De plus, il serait intéressant d'étudier le cas où les stocks du DO sont délocalisés chez le FO VMI. Cette configuration serait d'autant plus intéressante dans le cas multi clients.

CHAPITRE 6 : TECHNIQUES DE MODELISATION SUR ARENA

6.1 Introduction

La modélisation et l'implémentation du système que nous avons voulu étudié a été une étape assez complexe. De plus, dans la littérature de notre domaine de recherche, l'explicitation du modèle de simulation est rarement faite avec exhaustivité. Ce fait ne facilite pas la validation des modèles ni la construction de modèles plus détaillés. C'est pourquoi nous avons décidé de détailler la construction de notre modélisation. Pour ce faire, nous expliquons, dans un premier temps, la codification qui a permis de définir les divers processus de la chaîne logistique. Ensuite chaque processus est résumé sous forme d'un organigramme. Nous exposons également les hypothèses de modélisation des mécanismes de coordination que nous nous proposons d'étudier, à savoir la gestion avec mécanisme de coordination standard, avec partage d'informations et avec VMI.

6.2 Modélisation et techniques Arena

Le principe de notre modélisation Arena se base sur la construction de différentes stations. Ces stations sont des sous modèles qui représentent les différents processus : gestion, réception, production, livraison et transport. Uniquement une seule station par processus est modélisée par des blocks de simulation Arena. Puis, il est possible de faire correspondre à chaque station plusieurs autres stations. Ainsi, par exemple, pour modéliser le processus de réception, il suffit de modéliser les fonctions d'une seule station réception. Chaque station réception relative à chaque entreprise subira le même traitement et passera par les mêmes blocs de simulation. Sous Arena, cela se traduit par l'ajout de l' « element Set » et le regroupement sous ce « set » réception, de toutes les stations « réceptions » qui existent dans la chaîne logistique. La différenciation entre les stations est rendue possible via la définition des attributs qui sont instanciés suivant un système de codification que nous avons développé en Annexe C.

Une des particularités intéressantes de notre modélisation est qu'elle est très flexible. L'idée est d'identifier la position de l'entité dans la chaîne logistique d'après une certaine codification des stations. A l'entrée de chaque station et avant de décrire le modèle de traitement qu'elle assure, une instanciation des attributs est réalisée. Cette instanciation est possible à partir de la codification réalisée. Au cours de la simulation, les entités se trouvent successivement à plusieurs endroits. Les attributs permettent une identification unique des

entités (position dans la chaîne logistique, entreprise correspondante, type de produit). Lorsque l'entité est identifiée, le traitement qu'elle subira pourra commencer (utilisation d'une ressource, enregistrement des variables, routage vers un numéro de station, ...).

6.2.1 Construction du modèle de simulation sous Arena

La première étape du modèle consiste en la déclaration et l'instanciation des variables suivant le scénario à analyser. Il existe 640 scénarios différents qui correspondent aux 64 profils de la chaîne logistique, aux 2 types de demandes et aux 5 types de mécanismes de coordination possibles (voir *Figure 29*). Le logiciel Arena offre la possibilité d'automatiser les simulations. A l'aide d'un programme Visual Basic for Application (VBA), le scénario à simuler est choisi. D'après ce scénario, les variables d'entrées du système sont initialisées (cf. section 5.4.1.2). Suivant le mécanisme de coordination à simuler, un des trois modèles de simulation est sélectionné. Puis, la simulation sous Arena démarre. A la fin de la simulation, les outputs (cf. section 5.5) sont enregistrés sur un fichier Excel. Ensuite, un autre scénario est choisi et la même boucle recommence jusqu'à ce que tous les scénarios soient exécutés.

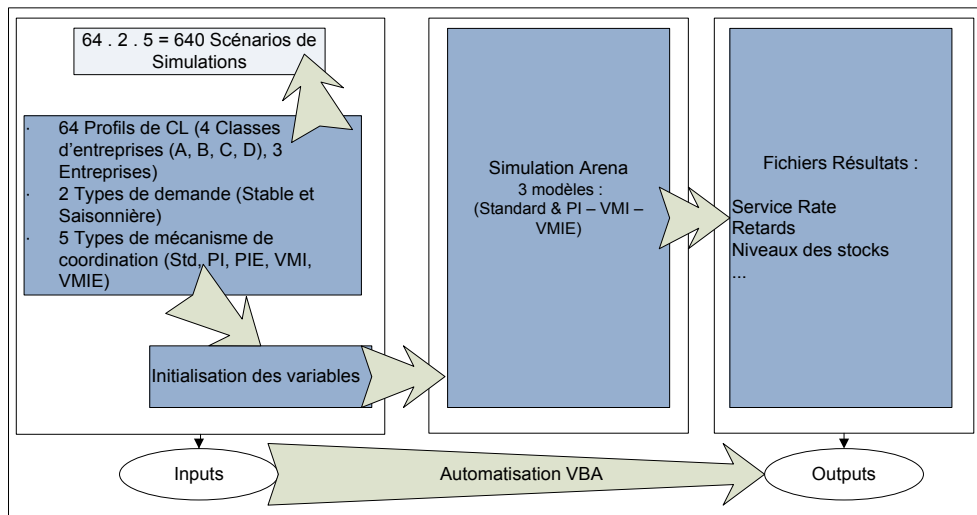


Figure 29. Structure générale de l'outil de configuration-simulation

6.2.1.1 Modélisation des stations

Différentes stations ont été créées afin de modéliser la totalité des processus de la chaîne logistique. Nous distinguons deux types de stations. Des stations modélisant les systèmes d'information et d'autres modélisant les systèmes physiques.

6.2.1.2 Modélisation de la demande finale

La simulation de la chaîne logistique commence par la création d'une demande du client final. Les blocs construits qui correspondent à cette étape ont les fonctionnalités suivantes :

1. Création de la demande de deux produits toutes les 24h suivant une loi Normale ;
2. Attribution d'une valeur haute, basse ou intermédiaire à la moyenne de cette loi, en fonction de la période de simulation et du type de demande ;
3. Incrémentation de la quantité commandée ;

4. Enregistrement du temps de lancement de la commande (appelé TLO) ;
5. Routage vers la station gestion des livraisons de la troisième et dernière entreprise (Le routage correspond au transfert de l'entité d'une station à une autre).

6.2.1.3 Modélisation des stations de gestion

Les stations de gestion modélisent les flux d'informations partagés dans la chaîne logistique. Elles incluent des stations de gestion des approvisionnements et de gestion de la production. En fonction de la valeur de l'attribut appelé num.plp, la position de l'entité dans la chaîne logistique est déterminée. En fonction de cette position, l'entité est soit envoyée en gestion des approvisionnements ou de production. Le centre de gestion des approvisionnements veille à ce qu'à chaque fois qu'un stock atteint un seuil défini, le processus amont à ce stock soit démarré afin de remonter son niveau. Sur notre modèle de simulation Arena, cela se traduit par un routage vers un numéro de station prédéfini. En fonction de la position de l'entité, le déclenchement d'un processus est mis en œuvre. Pour ce faire, une matrice de routage a été définie lors de la déclaration de variable (Tableau 26).

Le centre de gestion de la production est modélisé suivant le même principe que le centre de gestion des approvisionnements. Les différences essentielles dans le modèle Arena se situent dans un positionnement différent (valeurs différentes du num.plp), et un routage différent (la gestion de production ordonne un déclenchement des processus de production et envoie des ordres de fabrication, la gestion des réapprovisionnements déclenche un ordre de livraison et envoie des commandes de réapprovisionnements chez le fournisseur en amont direct).

Le centre de gestion des approvisionnements offre la possibilité de choisir entre plusieurs politiques de gestion des stocks (GDS), à savoir la gestion (s, Q), (s, S) et (t, S). La Figure 30 est un exemple de la manière de modéliser la gestion (s, Q) sous Arena. Cette modélisation comprend les activités suivantes :

1. Paramétrage des seuils : en fonction de la période et du mécanisme de coordination les seuils de recomplètement sont actualisés ;
2. Si la condition sur les stocks est réalisée, une quantité de réapprovisionnement est commandée à l'échelon amont ;
3. L'entité est dupliquée de manière à assurer d'une part, un contrôle continu des niveaux de stock et d'autre part, d'envoyer une commande de réapprovisionnement ;
4. Le compteur des approvisionnements permet de récupérer les valeurs des variables qui seront analysées dans le fichier des résultats tels que : les commandes en cours, le moment de lancement de la commande (TLO), etc.

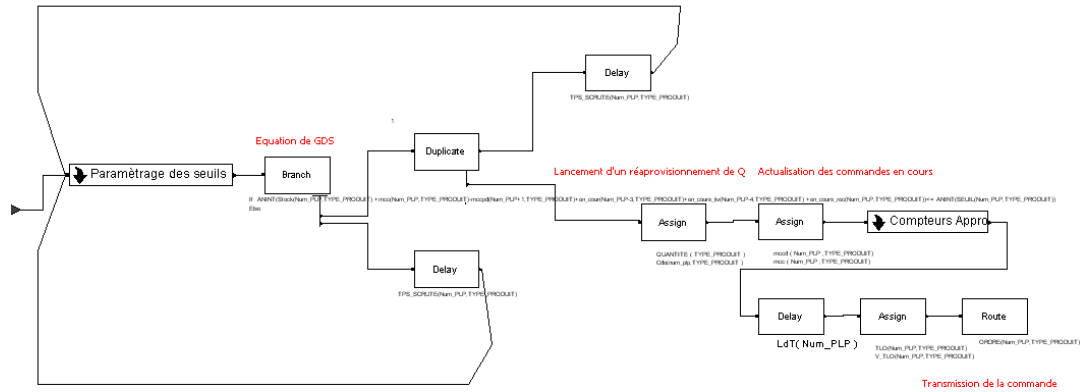


Figure 30 : Modélisation sous Arena de la politique de gestion des approvisionnements (s, Q)

Les organigrammes de gestion des processus de production n° 1 et 2 sont construits suivant le même principe que l'organigramme de gestion des approvisionnements. Ce dernier est présenté sur la Figure 31.

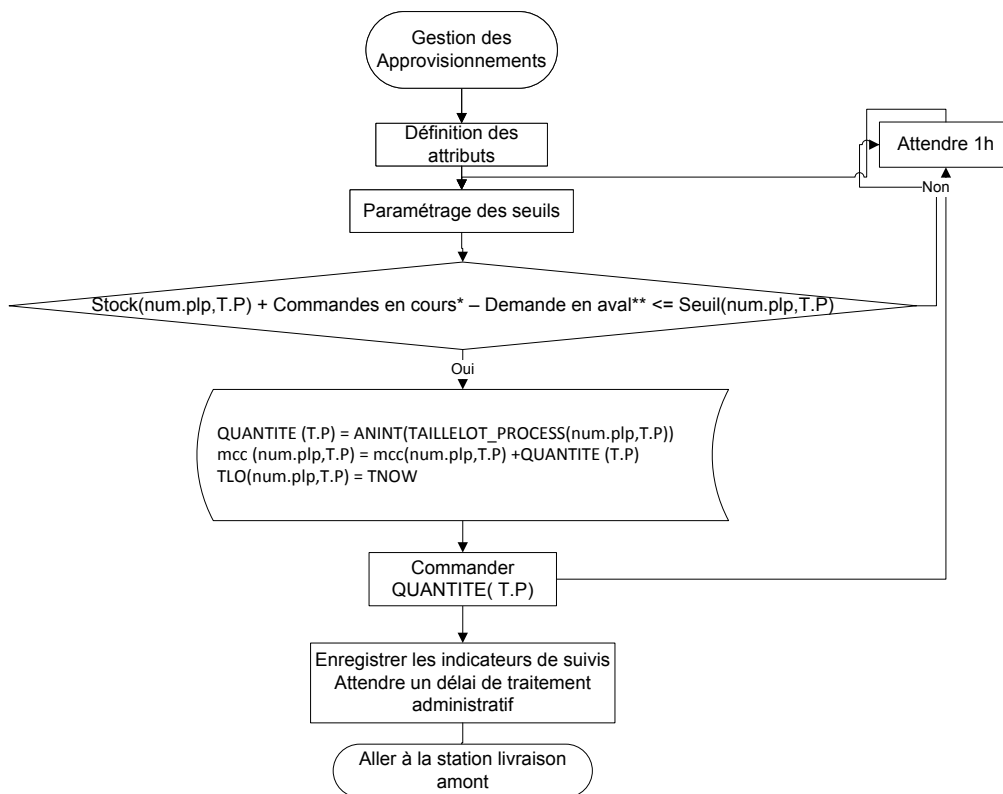


Figure 31 : L'organigramme de gestion des approvisionnements

* : les commandes en cours incluent les commandes antérieures qui peuvent se trouver dans les files d'attente avant d'être traitées. Elles incluent les commandes en cours de réception, les commandes en cours de transport ainsi que les commandes en cours de préparation à la livraison.

****** : la demande en aval direct représente les quantités commandées par le processus directement en aval. Elle représente donc les commandes en cours du processus de production n°1.

Ainsi :

$$\begin{aligned} & \text{Commandes en cours (num.plp, T.P)} \\ &= mcc(\text{num.plp}, T.P) + \text{en.cours.rec}(\text{num.plp}, T.P) + \text{en.cours}(\text{num.plp} \\ & \quad - 3, T.P) + \text{en.cours.liv}(\text{num.plp} - 4, T.P) \end{aligned}$$

$$\text{Demande avale} = mccp(\text{num.plp} + 1, T.P)$$

Avec :

en.cours.rec : commandes en cours de réception,

en.cours : commandes en cours de transport,

en.cours.liv : commandes en cours de livraison,

num.plp : attribut qui détermine la position des entités,

T.P : Type Produit,

mcc : mémoire commande en cours,

mccp : mémoire commande en cours de production,

6.2.1.4 Modélisation des stations réceptions

La station réception modélise le processus de réception des entreprises. Comme tous les processus, elle nécessite des ressources et des délais de traitement. Au cours de ce processus, les variables qui représentent les quantités en cours de livraison, les commandes en cours ainsi que les niveaux de stocks sont mises à jour. Les détails de ces mises à jour sont donnés sur l'organigramme représenté sur la Figure 32.

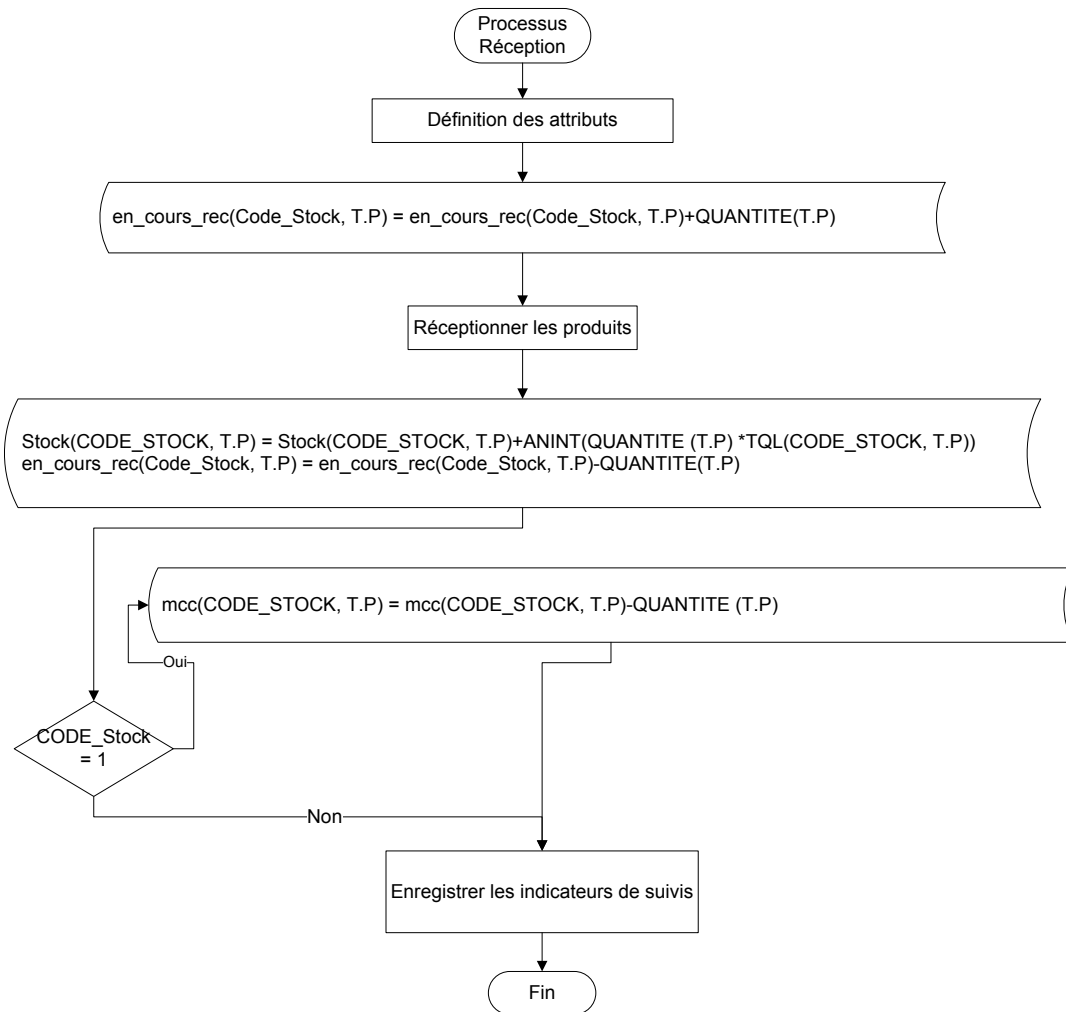


Figure 32 : Organigramme du processus réception

6.2.1.5 Modélisation des stations de production

Les stations de production sont constituées de deux processus de production. Le processus de production n°1 et le processus de production n°2. Après la génération des ordres de fabrication envoyés par le centre de gestion de la production, ces derniers sont envoyés vers une file d'attente. La règle de gestion de cette file d'attente est en HVF (Hight Value First), c'est-à-dire que sont traitées en priorité les entités dont la valeur de l'attribut TLO (Temps de lancement de la commande) est la plus élevée. Cette règle de gestion de la file d'attente a été choisie pour minimiser le temps de réponse à la demande. La machine est ensuite requise. Le processus de fabrication traite alors les ordres de fabrication pendant un délai correspondant au temps de fabrication. Lorsqu'il n'y a plus d'ordres de fabrication dans la file d'attente, la machine est libérée. Après la libération de la machine, un test permet d'évacuer du système un pourcentage de pièces défectueuses (en fonction du taux de qualité TQL), les pièces de bonne qualité sont mises dans le stock aval du processus en question.

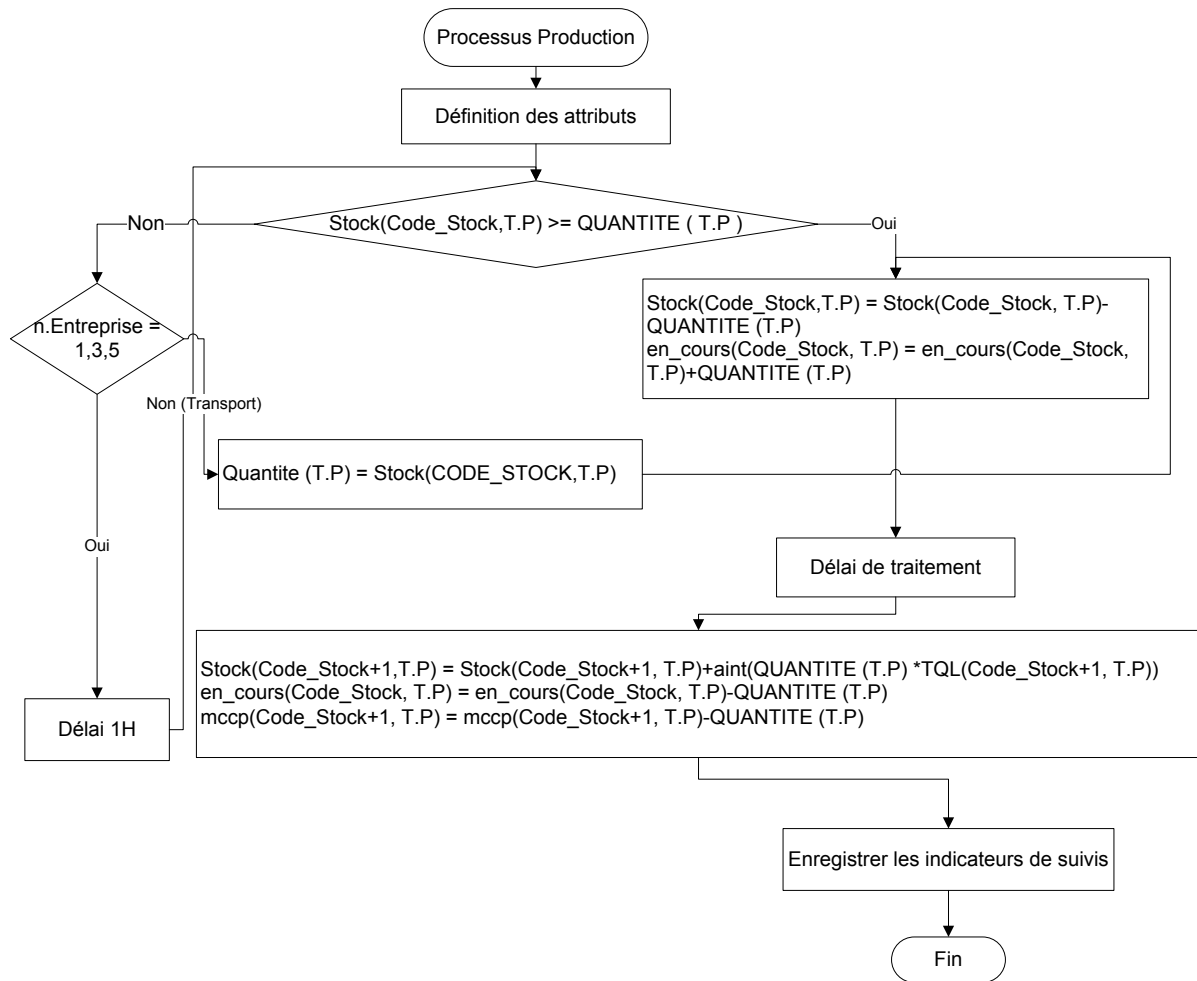


Figure 33 : Organigramme du processus de production

6.2.1.6 Modélisation des stations de livraisons

Le processus de livraison est expliqué dans l'organigramme de la Figure 34. Cet organigramme suit le même principe que celui du processus de production. Un attribut appelé Order.Statut a été ajouté afin de pouvoir déterminer le statut de la commande. Order.Statut peut prendre les valeurs 1, 2 ou 3 correspondant respectivement aux commandes immédiatement satisfaites, commandes dont un reliquat est passé en *back order* reliquat et commandes passées en totalité en *back order* (BO).

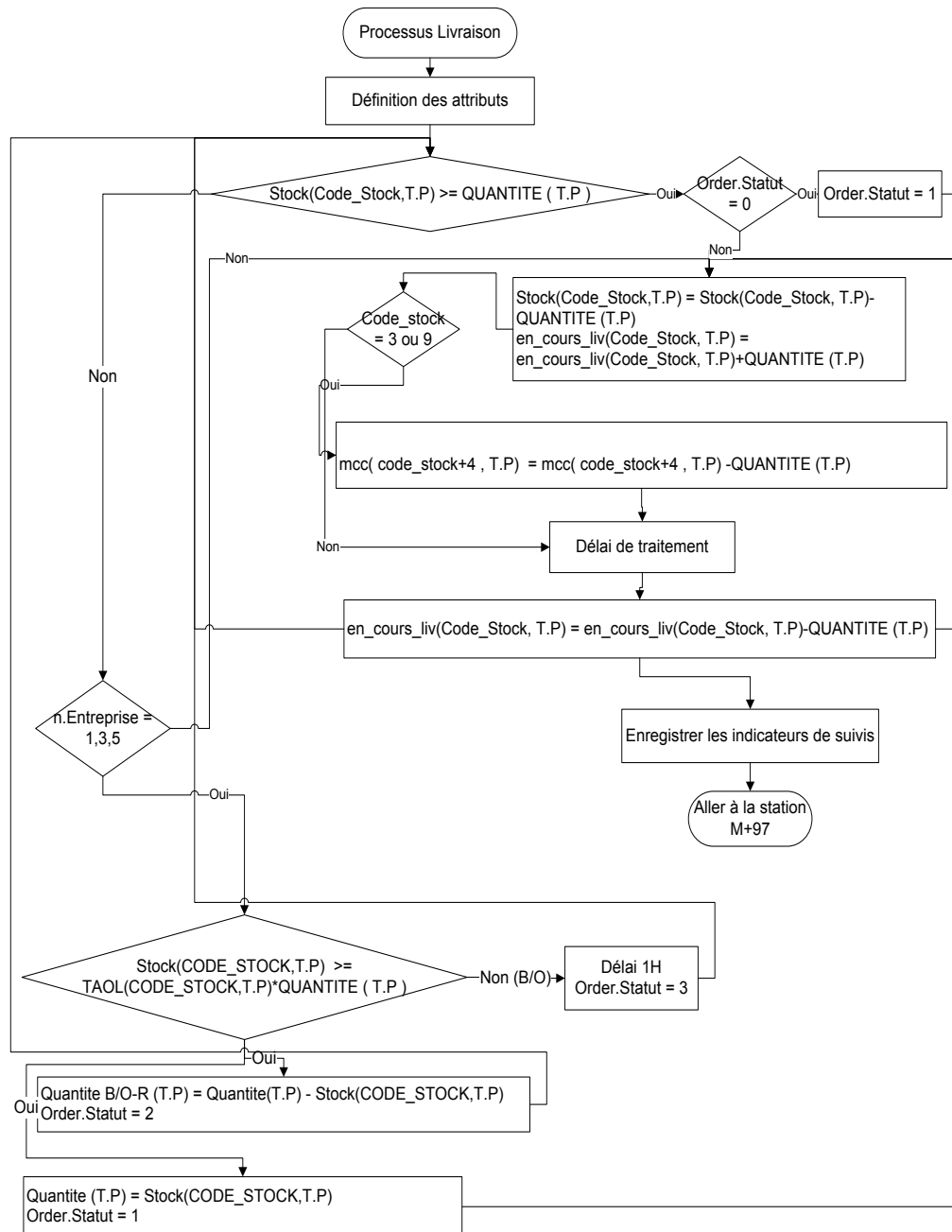


Figure 34 : Organigramme du processus de livraison

6.2.1.7 Modélisation de la station fournisseur

L'entité commande, qui arrive au fournisseur initial, est traitée pendant un certain délai puis est réapprovisionnée de la totalité de la quantité commandée. Le fournisseur initial est donc similaire à un stock infini. Sous Arena il est modélisé via un block délai. L'entité est ensuite transférée à la station réception de l'entreprise E_1 .

6.2.1.8 Modélisation des stations de transports

Les stations des entreprises de transports ont été modélisées de la même manière que les entreprises de production. La différence de modélisation se situe au niveau des délais attribués aux opérations de production et de transport ainsi qu'au niveau du codage des stations.

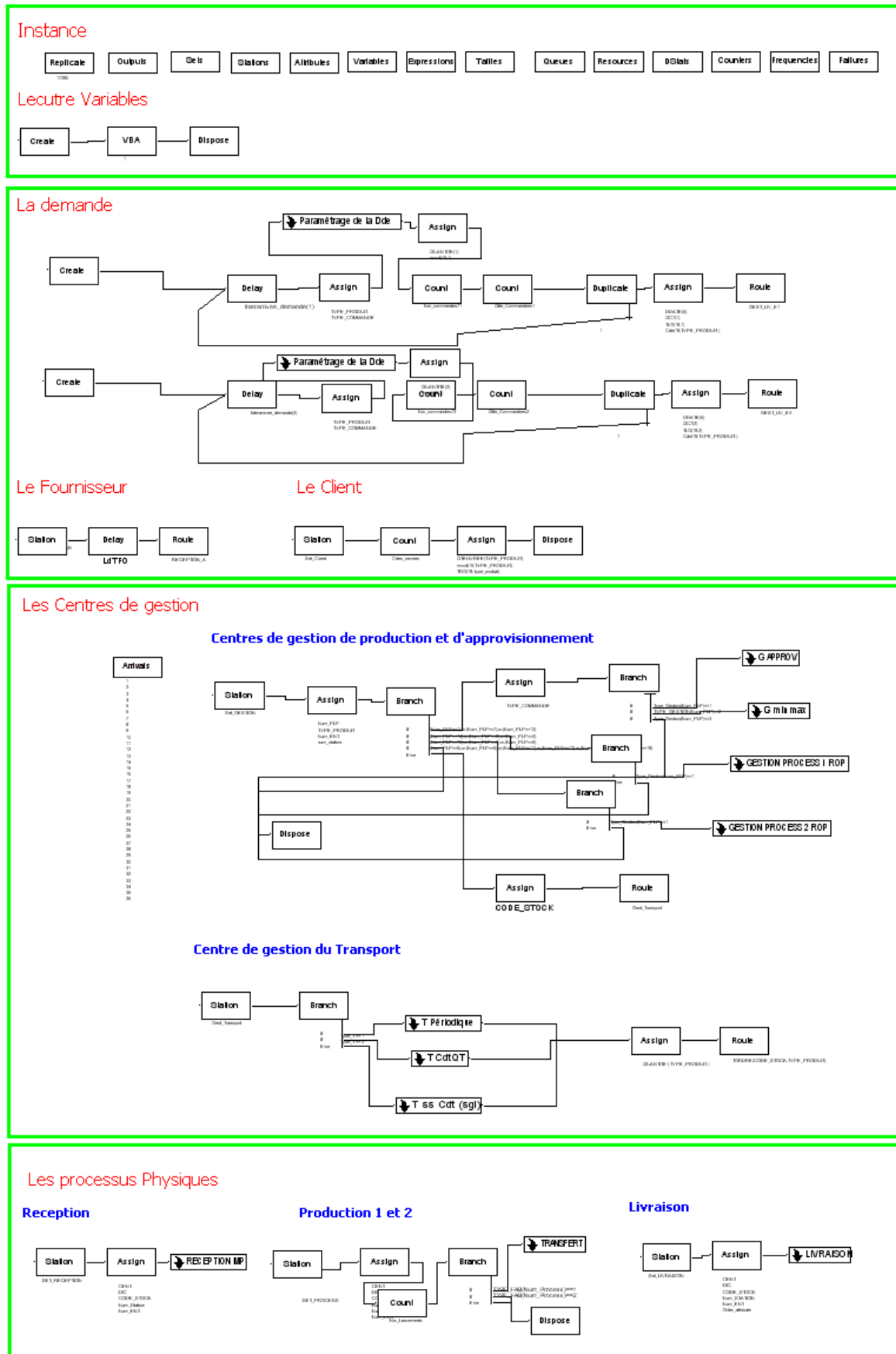


Figure 35 : Modélisation de la chaîne logistique sous Arena

6.2.2 Modélisation des mécanismes de coordination sous Arena

Les mécanismes de coordination de type PI et PIE ne nécessitent pas de transformations très importantes de modélisation. Comme nous l'avons vu, ces mécanismes de coordination correspondent à l'actualisation des paramètres de gestion. Sous Arena, cela se traduit par un changement des inputs de la simulation. De plus, grâce au partage d'informations, les entreprises actualisent leurs seuils assez en avance en prévision du changement du type de la demande (voir 6.2.2.1). De même, la modélisation des différentes classes d'entreprises (A, B, C, D) s'opèrent via une instanciation des variables d'entrée.

Par contre, les mécanismes de coordination de type VMI et VMIE nécessitent, d'une part, la prise en compte de certains changements dans les inputs tel que vu précédemment (calibrer à nouveau les seuils de réapprovisionnement, les quantités de réapprovisionnement sont décidées par le fournisseur VMI). Et d'autre part, la construction d'un modèle de simulation Arena différent. Les changements opérés dans ce cas sont les suivants :

6.2.2.1 Déphasage

Dans les stations de gestion, lors de l'étape d'actualisation des seuils de recomplètement, l'actualisation ne dépend plus uniquement du temps actuel (TNOW), mais du temps actuel avec déphasage ($TNOW + \text{Déphasage}(\text{num.plp})$). On remarque que le déphasage est fonction de la position de l'entité dans la chaîne logistique, plus elle se trouve en amont du client final, plus le déphasage est grand. La matrice de déphasage est une variable d'entrée du modèle de simulation. Le principe de son obtention a été expliqué dans le chapitre précédent (cf. section 5.3.2).

6.2.2.2 Suppression de stocks

En VMI (ou VMIE), les produits finis de E2 (ou E1 et E2) sont directement acheminés au quai de chargement afin d'être transportés. Ainsi en VMI le stock 9 est supprimé. En VMIE, les stocks 3 et 9 le sont également.

6.2.2.3 Routage différent

Enfin, il est également nécessaire de changer le routage vers le numéro de station approprié. Dans le cas VMI, lorsque le stock 13 atteint un certain seuil, il est réapprovisionné en lançant la production du processus 2 de l'entreprise E2. Alors que dans le cas standard, il était réapprovisionné en lançant un ordre de livraison à l'entreprise E2. Dans le cas du VMIE, le même principe est appliqué également à la gestion du stock 7. La figure ci-dessous donne la matrice de routage de nos trois modèles de simulation :

Tableau 26 : Définition de la matrice de routage suivant le modèle de simulation

num. plp	Station de routage cas STD		Station de routage cas VMI		Station de routage cas VMIE	
1	104	Fournisseur	104	Fournisseur	104	Fournisseur
2	202	Production 1 E_1	202	Production 1 E_1	202	Production 1 E_1
3	203	Production 2 E_1	203	Production 2 E_1		
7	204	Livraison E_1	204	Livraison E_1	203	Production 2 E_1
8	402	Production 1 E_2	402	Production 1 E_2	402	Production 1 E_2
9	403	Production 2 E_2				
13	404	Livraison E_2	403	Production 2 E_2	403	Production 2 E_2
14	602	Production 1 E_3	602	Production 1 E_3	602	Production 1 E_3
15	603	Production 2 E_3	603	Production 2 E_3	603	Production 2 E_3

La modélisation du VMI peut être traduite également par la réduction des temps administratifs de traitement de commande, ainsi que par la mise en place d'un entrepôt avancé pour rapprocher le fournisseur de son client. Le modèle actuel offre la possibilité de prendre en compte ces deux hypothèses.

6.3 Conclusion

L'étape d'explication de la création du modèle est souvent omise ou décrite très brièvement. C'est pour cette raison que nous avons décidé de lui consacrer une attention particulière. Dans le cadre de ce chapitre, nous avons présenté la façon dont a été implémentée notre modèle de simulation sous le logiciel Arena. Les principes essentiels de réalisation de ce modèle sont expliqués.

Le développement du modèle n'a pas été une tâche évidente, aussi bien pendant la conception que pendant le calibrage. Notre système est assez complexe, il comprend deux types de modélisation, la modélisation des flux d'informations ainsi que la modélisation des flux physiques. La modélisation des flux d'informations comprend, d'une part, les centres de gestion d'approvisionnement et de production. Et d'autre part, les différents mécanismes de coordination (Standard, PI et VMI). La modélisation des flux physiques est représentée par les divers processus de : réception, production, livraison et transport. La chaîne logistique modélisée est structurée en stations. Chaque station représente un ou plusieurs processus.

Notre modèle a été rendu complètement automatisé grâce à l'utilisation du programme VBA. Il offre ainsi la possibilité d'explorer une multitude de scénarios en un minimum de temps. Il ne demeure pas moins qu'il peut être perfectionné, notamment en le couplant avec un modèle d'optimisation numérique utilisé pour le calcul des seuils optimaux. De plus, Arena offre des modules dédiés aux transports ainsi qu'au calcul des coûts. Une perspective d'amélioration du modèle présenté ici, serait d'utiliser ces modules dédiés afin d'étudier des scénarios de simulations plus complexes. En effet, se limiter à un seul fournisseur initial, un seul client, une seule entreprise par étage et deux produits est intéressant dans une première phase, qui vise à analyser des mécanismes de coordination. Mais pour aller plus profondément dans la recherche, nous proposons d'augmenter le nombre d'échelons de chaque étage de la chaîne logistique.

CHAPITRE 7 : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

7.1 Introduction

Dans les chapitres précédant cette partie de la thèse, nous avons présenté notre méthodologie de conception de la chaîne logistique (CL) ainsi que des mécanismes de coordination, au travers de leur modélisation puis de leur simulation. Dans ce chapitre, nous présentons et interprétons les résultats qui ont été obtenus. Pour ce faire, nous commençons d'abord par l'explication du plan d'expériences qui a été adopté lors de la simulation des différents scénarios. Chacune des simulations réalisée comporte 20 répliques de 17280 heures chacune. 17280 heures correspondent au fonctionnement de la chaîne logistique durant 2 ans. Nous avons considéré une période de transition de 360 heures (15 jours). La prise en compte de l'ensemble des configurations a nécessité 640 simulations ($64 \times 5 \times 2$) (*Figure 36*), ces 640 simulations prennent en compte les scénarios suivants :

- (1) Les profils des chaînes logistiques : la chaîne logistique que nous nous proposons d'analyser est constituée de 3 échelons (E1, E2 et E3). Chaque échelon peut appartenir à une des 4 classes d'efficacité définies (A, B, C et D), ce qui donne $4^3 = 64$ profils de chaînes logistiques possibles ;
- (2) Les mécanismes de coordination : cinq types de mécanismes de coordination différents sont envisagés :
 - (i) STD : le mécanisme Standard ;
 - (ii) PI : le mécanisme avec Partage d'informations ;
 - (iii) PIE : le mécanisme avec Partage d'informations Étendu (PIE) ;
 - (iv) VMI : le mécanisme avec Vendor Managed Inventory ;
 - (v) VMIE : le mécanisme avec Extended Vendor Manager Inventory ;
- (3) Le type de demande du client final : la chaîne logistique peut répondre à deux types de demande différents :
 - (i) DS : une Demande Stable ;
 - (ii) DV : une Demande Saisonnière.

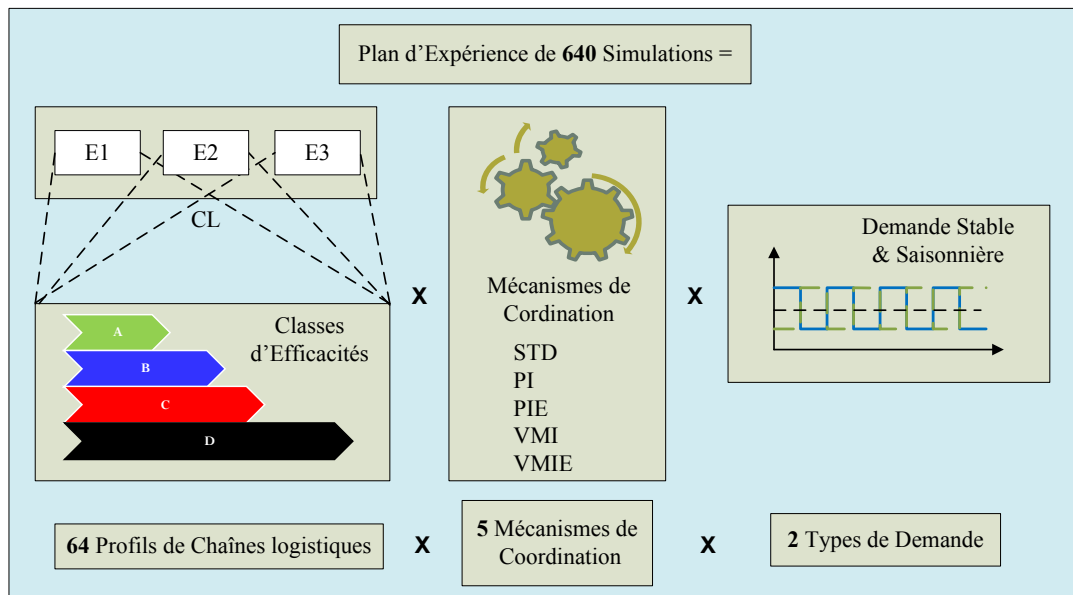


Figure 36 : Le Plan d'Expérience

Les données d'entrées utilisées pour les simulations ont été présentées au Chapitre 5. Afin de faciliter l'interprétation des résultats de ces simulations, nous avons utilisé plusieurs outils à savoir l'Analyse en Composantes Principales (cf. section 7.3), la description de variables (cf. section 7.4), et les tableurs (cf. section 7.5). L'ACP, comme la description de variables, a été réalisée à l'aide du logiciel SPAD 4.5. L'analyse via les tableurs a été réalisée à l'aide de Microsoft Excel 2007. Ce chapitre commence par la description de la méthode de validation du modèle de simulation utilisée (cf. section 7.2) et se termine par une section de discussion et de conclusion (cf. section 7.6 et 7.7).

7.2 Validation du modèle de simulation

La validation du modèle de simulation a été conduite tout au long de la modélisation. A chaque changement apporté à notre modèle, nous avons exécuté la simulation pas à pas et vérifié d'une part, qu'il n'y avait pas de comportements anormaux qui se produisaient, et d'autre part, que les résultats obtenus de la simulation étaient bien en accord avec les résultats théoriques attendus par de tels changements. Nous présentons ici un exemple de validation parmi les nombreux que nous avons effectués. Cette validation concerne le seuil de recombplètement.

Dans un premier lieu, le seuil de recombplètement a été calculé de manière théorique à l'aide de la formule suivante :

$$s_{DS} = \text{Demande durant délai de réapprovisionnement} + z \times \text{Délai de réapprovisionnement} \times \sigma$$

Avec :

$z = 2,33$ correspond à un taux de satisfaction de 99%,
il est obtenu à partir de la loi normale.

Délai de réapprovisionnement (Délai de transport) = 1 jour

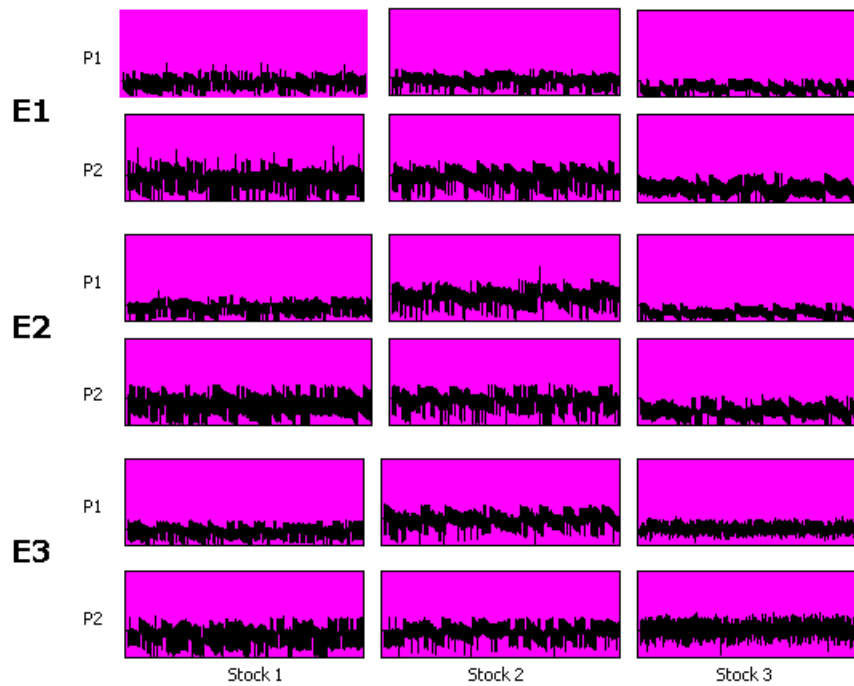
σ (écart type de la demande) = 5

Ainsi :

$$s_{DS} = 50 + 2,33 \times 1 \times 5 = 61,65$$

Afin de rendre compte des phénomènes aléatoires qui peuvent affecter les réapprovisionnements, le seuil de reemplètement n'a pas été considéré comme fixe, mais il est supposé suivre une loi triangulaire (Tria) de moyenne 60 (Tria(50, 60, 70)).

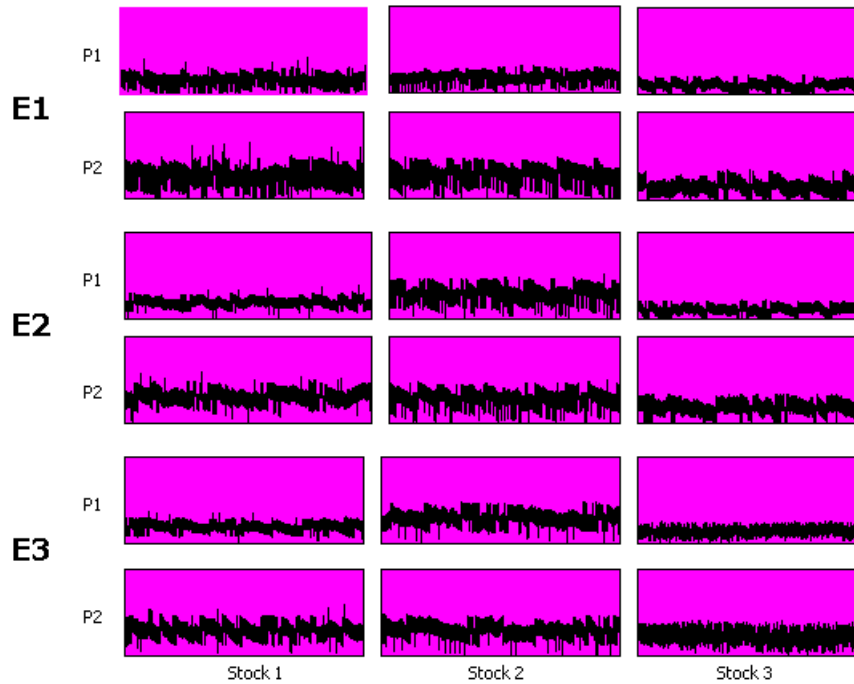
Ensuite, ce seuil de reemplètement a été testé sur une Chaîne logistique AAA qui répond à une demande stable suivant un mécanisme de coordination standard. Les principaux résultats obtenus sont : Taux de service : 99,9% - Retard : 0h - Stock total : 3263 unités. L'allure des stocks, par entreprise et par produit, est présentée sur la *Figure 37*.



P_i = Produit i , avec $i = 1$ ou 2 - E_j = Entreprise j , avec $j = 1, 2$ ou 3

Figure 37 : Allure des stocks d'une chaîne AAA avec délai de transport de D'un jour

Nous avons voulu comparer ces résultats avec ceux obtenus quand le délai de transport est nul. Ces derniers sont : Taux de service : 100 % - Retard : 0,0046 h - Stock total : 3287 unités. L'allure des stocks dans ce cas est présentée sur la *Figure 38* :



P_i = Produit i , avec $i = 1$ ou 2 - E_j = Entreprise j , avec $j = 1, 2$ ou 3

Figure 38 : Allure des stocks d'une chaîne AAA avec délai de transport nul

L'annulation du délai de transport a eu pour conséquence d'élever le taux de service à son niveau maximal de 100%. Même si des retards ont été observés, ces derniers sont négligeables. Ainsi, le seuil calculé théoriquement a abouti à des résultats satisfaisants. De plus, l'annulation du temps de transport a eu pour effet d'améliorer le taux de service et d'augmenter le niveau des stocks. On conclut que les résultats obtenus par simulations sont donc bien en conformité avec les résultats qui étaient attendus.

7.3 Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'ACP a pour objectif la description de données contenues dans un tableau individus-variables numériques par une représentation approchée du nuage des individus dans un sous-espace de variables de dimensions plus faibles. L'objectif est de permettre, par une interprétation graphique, de déterminer des groupes d'individus qui se distinguent des autres et des variables discriminantes. L'ACP ne permet pas d'expliquer des comportements, elle permet essentiellement de les décrire.

7.3.1 Présentation des individus et des variables concernés par l'ACP

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été conduite en considérant que les individus sont constitués des différentes combinaisons de classes d'efficacité de la chaîne logistique. Les variables continues représentent une sélection des indicateurs de performance présentés au chapitre 5. Cette sélection comprend les indicateurs suivants :

- les profits des entreprises E1, E2, E3 ainsi que le profit total de la chaîne logistique ;
- les coûts supportés par les entreprises E1, E2, E3 ainsi que les coûts totaux de la chaîne logistique ;
- les stocks des entreprises E1, E2, E3 ainsi que les stocks totaux ;
- les retards subis par le client final ;
- le taux de service au client final.

Nous avons également défini quelques variables nominales illustratives afin d'améliorer la lisibilité de certaines analyses. Ces variables nominales représentent :

- le type de la demande (modalités : DS ou DV) ;
- le type de mécanismes de coordination (modalités : STD, PI, PIE, VMI, VMIE) ;
- la classe d'efficacité de l'échelon 1 (modalités : A1, B1, C1, D1) ;
- la classe d'efficacité de l'échelon 2 (modalités : A2, B2, C2, D2) ;
- la classe d'efficacité de l'échelon 3 (modalités : A3, B3, C3, D3) ;
- la forme de la relation Fournisseur (FO) / Donneur d'Ordres (DO) (modalités : PP, NPNP, NPP, PNP).

Les modalités de la variable Forme de la Relation FO/DO décrivent le type de relation qui existe entre les efficacités des maillons (E1, E2) et (E2, E3). Nous notons P une relation où le FO est d'efficacité supérieure ou égale à celle du DO et NP le contraire. Un VMI est a priori plus facilement envisageable lorsque l'efficacité du FO VMI est supérieure ou égale à celle du DO VMI : 40 combinaisons sur 64 réalisent cette condition et ont des modalités de type PP ou bien NPP. Suivant la même logique, un VMIE est quant à lui a priori plus facilement applicable pour les combinaisons PP uniquement, ce qui donne 20 combinaisons envisageables. Ces dernières sont représentées sur la *Figure 39*.

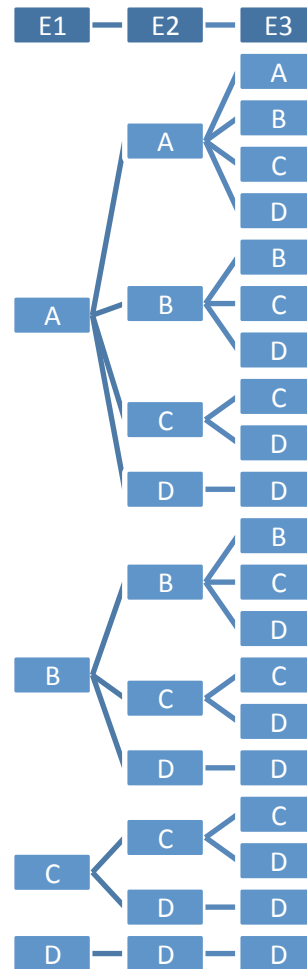


Figure 39 : Les combinaisons de chaînes logistiques dont la relation FO/DO est de type PP

7.3.2 Le cercle des corrélations

L'analyse selon les mécanismes de partage d'informations et selon les VMI est conduite sur deux plans factoriels différents. Cela permet une meilleure visibilité et facilite donc les interprétations des résultats. La Figure 40 représente le cercle des corrélations de l'ACP qui concerne les chaînes logistiques en demande saisonnière avec les mécanismes de coordination STD, PI et PIE. La Figure 41 représente le cercle des corrélations de l'ACP qui concerne les chaînes logistiques en demande stable et saisonnière des mécanismes de coordination STD, VMI et VMIE.

Le cercle des corrélations permet d'identifier la signification des facteurs (des axes) selon lesquels est construit le plan factoriel. On observe que sur la droite de l'axe 1 se présentent les valeurs de profit, de taux de service, de stock total et de stock E3. Sur la gauche se présentent les coûts (coûts E1, E2, E3 et coûts de l'ensemble de la chaîne logistique), ainsi que les retards au client final. Nous pouvons conclure que ce facteur représente la performance de la chaîne logistique. Au bas de l'axe 2 se présentent les valeurs du stock E1 et E2, ainsi que le stock total. Cet axe représente donc le niveau des stocks.

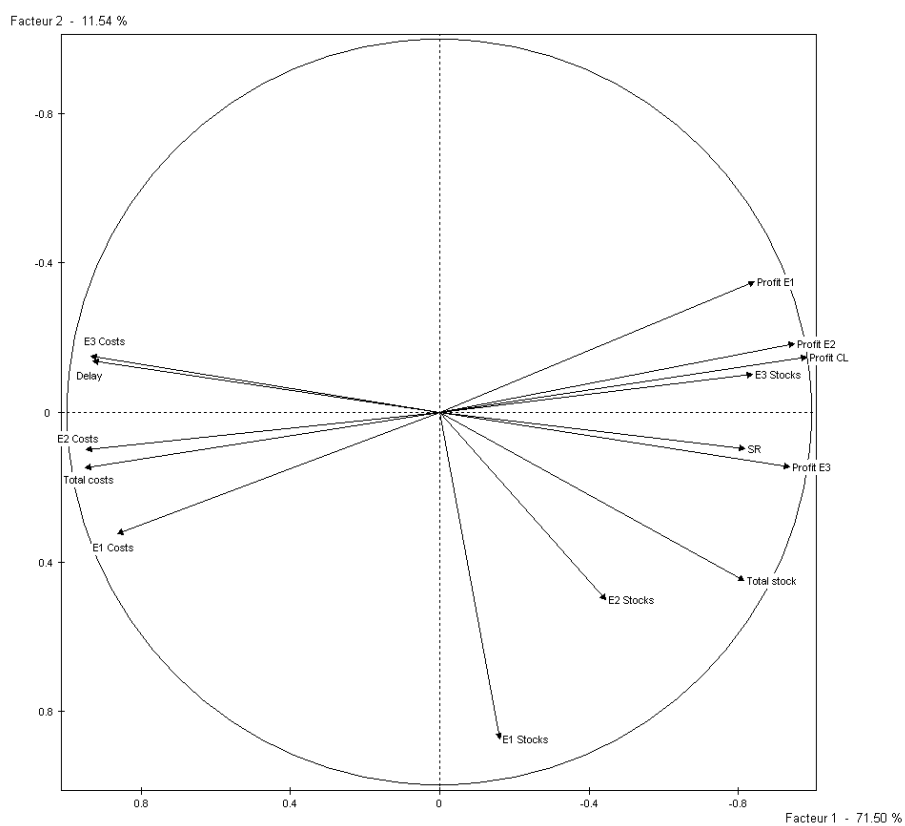


Figure 40 : Cercle de Corrélation relatif aux cas Standards et Partage d'informations

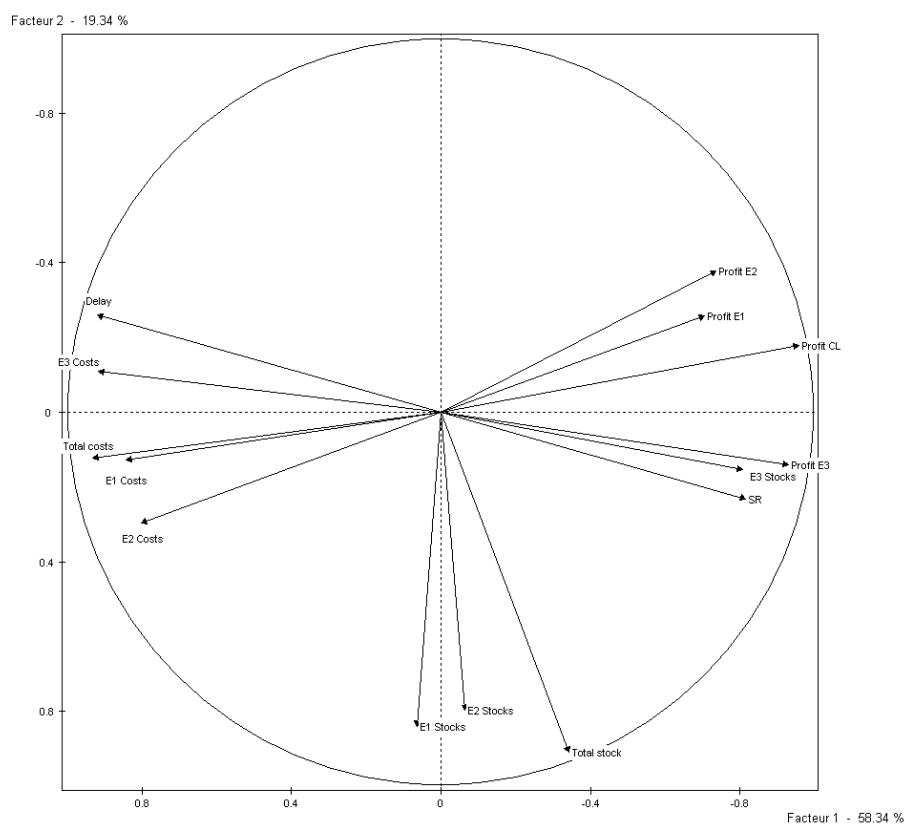


Figure 41 : Cercle de Corrélation relatif aux cas Standards, VMI et VMIE

7.3.3 Le plan factoriel

Les plans factoriels obtenus de l'ACP réalisée sont présentés sur la Figure 42 et Figure 43. La Figure 42 est relative à l'ACP des chaînes logistiques STD, PI et PIE en demande saisonnière. Les cercles bleus matérialisent les chaînes logistiques avec mécanisme de coordination standard, les triangles verts celles avec PI et les losanges roses celles avec PIE. La Figure 43 est relative à l'ACP des chaînes logistiques STD, VMI et VMIE en demande stable et saisonnière. Les cercles bleus représentent les chaînes logistiques avec mécanisme de coordination standard, les triangles verts celles avec VMI et les losanges roses celles avec VMIE. Les deux nuances de couleurs utilisées pour chaque mécanisme de coordination permettent de distinguer les deux types de demande représentés.

7.3.3.1 Plan factoriel relatif au cas STD, PI et PIE

Le plan factoriel représenté sur la Figure 43, est composé des facteurs 1 & 2. La dispersion des chaînes logistiques y sera restituée à 83% (71% + 12%)

Le 1^{er} axe factoriel sépare les chaînes logistiques performantes des non performantes. On remarque ainsi que les chaînes logistiques non performantes sont celles où E2 et E3 sont de classe d'efficacité C ou D (quelle que soit la classe de E1). Les chaînes logistiques performantes n'ont pas une grande dispersion par rapport à l'axe 1, leurs performances sont donc assez similaires. Par contres les chaînes logistiques dégradées ont des performances différentes. Suivant le positionnement des chaînes logistiques sur cet axe, on peut distinguer trois catégories de chaînes logistiques, la catégorie 1 qui regroupe les chaînes logistiques de haute performance, la catégorie 2 qui regroupe les chaînes logistiques de performance médiane et la catégorie 3 qui regroupe les chaînes logistiques très dégradées (une étude plus détaillée de ces trois catégories est présentée en section 7.5.1).

Le 2nd axe factoriel répartit les chaînes logistiques en fonction des niveaux de leurs stocks. On observe que la chaîne logistique DDD est celle dont la performance est la plus dégradée et dont les stocks sont les plus élevés.

L'introduction des mécanismes de coordination PI et PIE n'a pas eu de répercussions très significatives sur les chaînes logistiques. On peut toutefois remarquer une légère augmentation des stocks et des retards sur certaines chaînes. D'autres chaînes logistiques ont bénéficié d'une réduction des retards. Nous étudions ces chaînes logistiques avec plus de détail dans la section 7.5.2.

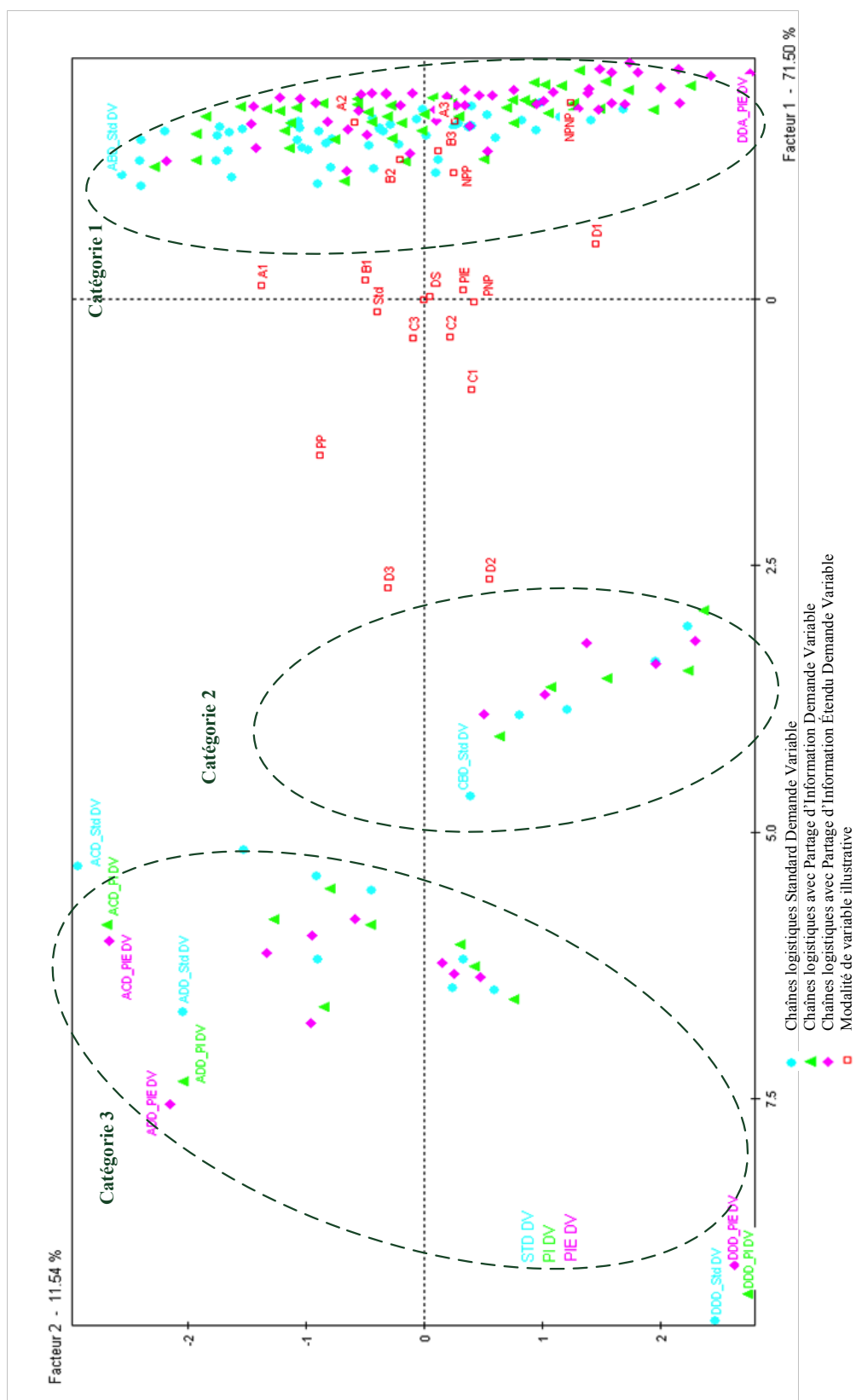


Figure 42 : Plan factoriel relatif aux mécanismes STD, PI et PIE

7.3.3.2 Plan factoriel relatif au cas STD, VMI et VMIE

Le plan factoriel représenté sur la Figure 42 est composé des facteurs 1 & 2 et représente 77,68% de l'inertie totale.

Dans ce cas également, on observe sur le 1^{er} axe factoriel une répartition des chaînes logistiques d'après leurs performances. On remarque que les chaînes logistiques de performance dégradée (placées sur la gauche de l'axe) ont pu bénéficier d'une nette amélioration des performances grâce à l'application du VMI et du VMIE. Ici encore, il est possible de distinguer la répartition des chaînes logistiques en trois catégories de performance. Les indicateurs de performance de ces catégories sont étudiés avec plus de détails dans la section 7.5.2.

Sur le 2nd axe factoriel, on distingue un regroupement des chaînes logistiques suivant le mécanisme de coordination utilisé. Rappelons que cet axe répartit les chaînes logistiques en fonction des niveaux de leurs stocks. On conclut ainsi que le VMI a fait baisser les stocks et que le VMIE a fait bénéficier les chaînes logistiques d'une encore plus grande réduction des stocks.

La comparaison entre les représentations des demandes stables et saisonnière (DS et DV) montre que les chaînes logistiques en DV sont légèrement moins performantes que les chaînes en DS. Ce résultat n'est toutefois pas très flagrant surtout pour les chaînes logistiques de performance élevée. Les chaînes logistiques de performances dégradées supportent moins l'introduction d'une demande saisonnière, ce phénomène s'observe le plus nettement sur la chaîne DDD.

Les chaînes logistiques de performance élevée n'ont pas de grande dispersion par rapport à l'axe qui représente la performance, contrairement aux chaînes logistiques de performance dégradée. La dispersion (variété entre les performances des chaînes logistiques) se réduit après VMI et encore plus après VMIE.

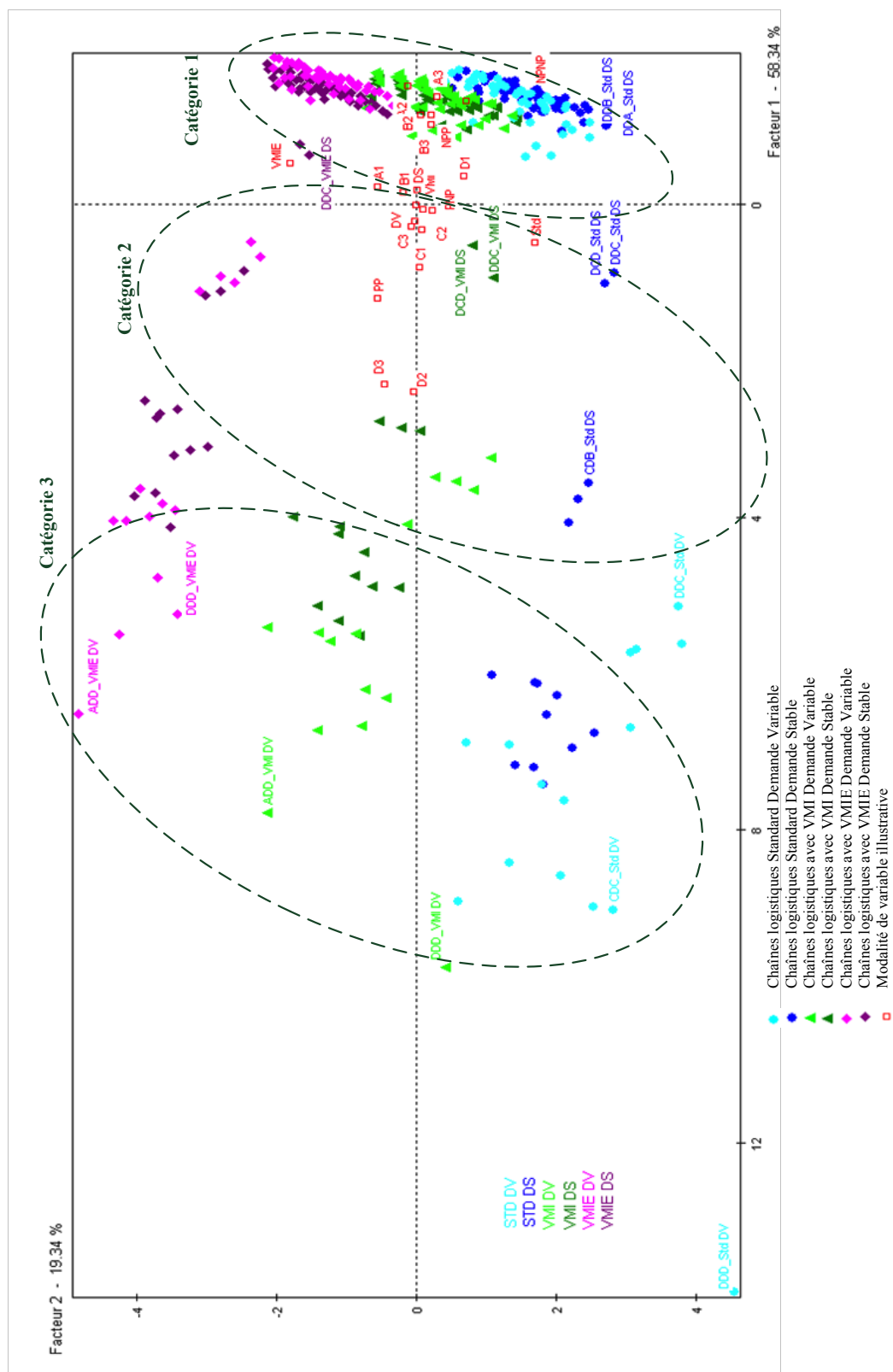


Figure 43 : Plan factoriel relatif aux mécanismes STD, VMI et VMIE

7.3.3.3 Modalités des variables illustratives

Les variables illustratives autorisent le calcul des valeurs moyennes par modalité. Ces valeurs moyennes sont utiles pour placer le « centre » de toutes les observations concernées par une modalité sur le plan, mais aussi pour repérer des différences significatives entre valeurs obtenues selon ces modalités (Valeurs-test).

En observant le positionnement des modalités des variables illustratives représentées en carrés rouges sur la Figure 42 et la Figure 43, on retient que :

Le positionnement des modalités de la variable MC (Mécanisme de Coordination) permet de conclure que le montant des stocks dépend fortement du mécanisme de coordination utilisé. Les stocks sont élevés avec un mécanisme de coordination standard, ils sont bas en VMI et encore plus bas en VMIE.

Le positionnement des modalités de la variable qui représentent la classe d'efficacité de l'échelon 1 montre que le montant des stocks dépend également de cette variable. Si E1 est de classe A, les stocks sont bas, si elle est de classe D les stocks sont hauts. Notons qu'avoir des stocks bas n'est pas forcément un signe positif du fonctionnement de la chaîne logistique. En effet, cela peut signifier que des désynchronisations affectent la production, et que les entreprises ne sont pas en mesure de constituer des stocks suffisants pour répondre à la demande avec un bon taux de service. L'explication de ce résultat est abordée dans la section 7.5.1.4.

Tableau 27 : Caractérisation des chaînes logistiques suivant les modalités des variables illustratives

Variable illustrative	Modalités	Caractéristiques des chaînes logistiques correspondantes
Classe d'efficacité de l'échelon	A2, B2, A3, B3	Très bonnes performances et stocks moyens.
	D1	Assez bonnes performances, stocks importants.
	A1	Performances dans la moyenne supérieure, stocks relativement bas.
	B1	Performances dans la moyenne supérieure, stocks moyens.
	C1, C2, C3	Performances dans la moyenne inférieure, stocks moyens.
	D2, D3	Performances très dégradées, stocks moyens.
Relation FO/DO	NPNP	Très bonne performance, stocks importants.
	NPP	Bonne performance, stocks moyens.
	PNP	Performance moyenne, stock moyens.
	PP	Performance dégradée, stocks bas.

D'après la synthèse du *Tableau 27*, qui représente une caractérisation des chaînes logistiques en fonction des modalités, il est possible de conclure que la performance de la chaîne logistique dépend fortement de la classe d'efficacité des échelons E2 et E3. Si ces derniers sont de classe A ou B, la chaîne logistique est performante, s'ils sont de classe D, elle

est dégradée. La présence d'une entreprise de classe D est moins pénalisante à l'amont de la chaîne (E1) qu'à l'aval.

En ce qui concerne les modalités de la variable illustrative qui décrit le type de relation FO/DO, on constate que la modalité PP est placée du côté de l'axe 1 regroupant les chaînes logistiques non performantes. La modalité PNP est placée du côté des chaînes logistiques de performance médiane. La modalité NPNP et NPP est placée du côté de l'axe 1 regroupant les chaînes logistiques performantes. Pour résumer, les chaînes logistiques NP* sont performantes, celles en P* ne le sont pas. L'analyse des relations d'efficacité entre les échelons a donc donné des résultats très contre-intuitifs. En effet, c'est quand E1 est moins efficace que E2 que la chaîne logistique est la plus performante. La question qui se pose est de savoir pourquoi c'est le cas et pourquoi la relation entre E2 et E3 a moins d'incidences.

Rappelons que l'idée d'utiliser la variable illustrative qui décrit le type de relation FO/DO est venue afin de permettre d'analyser la mise en place du VMI et du VMIE sur des chaînes logistiques en prenant en considération la supériorité de l'efficacité du fournisseur sur celle du donneur d'ordres. Nous sommes surpris de constater que cette variable a autant d'influence sur la performance de la chaîne quel que soit le mécanisme de coordination utilisé. L'ACP est utile pour décrire les résultats, mais elle ne permet pas d'expliquer les raisons de ces résultats, nous y reviendrons donc dans la section 7.5.1.4.

7.4 Description de variables

Les interprétations effectuées dans cette section se basent sur les résultats présentés dans les tableaux en Annexe D et E. Ces tableaux sont issus du traitement du logiciel SPAD. Les variables « caractérisantes » qui ont la plus haute valeur test en valeur absolue sont celles qui décrivent le mieux les variables analysées et permettent de tirer les conclusions qui vont suivre.

7.4.1 Caractérisation des modalités de variables illustratives par les variables continues

7.4.1.1 *Variable illustrative type de demande*

Le profit le plus élevé ainsi que le plus bas niveau des stocks de la chaîne logistique sont atteints lorsque la demande est stable. En demande variable c'est l'inverse, les stocks sont le plus élevés et le profit de la chaîne logistique le plus bas. On conclut que le type de demande a une influence sur le niveau de profit et de stock de la chaîne logistique. Toutefois, l'ACP a montré que cette influence n'est pas très significative.

7.4.1.2 *Variable illustrative mécanisme de coordination*

Le mécanisme de coordination standard est caractérisé par un niveau de stock total le plus élevé et plus spécifiquement le montant du stock de E2, des coûts de pénalités de E2 importants, un profit de la chaîne logistique bas et des coûts de transports bas comparés aux autres mécanismes de coordination.

Les mécanismes de coordination PI et PIE sont caractérisés par de hauts niveaux de stocks, des retards élevés de E2 ainsi qu'un bas niveau de profit de la chaîne logistique.

Le mécanisme de coordination VMI est caractérisé par des coûts de transport de E2 les plus élevés, on conclut ainsi que le VMI a eu pour conséquence d'augmenter la fréquence des transports. Ce mécanisme est aussi caractérisé par des niveaux de stocks de E2 bas (E2 est le fournisseur VMI) ainsi qu'un niveau de stock total, des pénalités de E2 et des coûts de E3 bas. Il est intéressant de constater que les niveaux de stocks de E3 (le client VMI) n'ont pas enregistré une augmentation malgré le fait que le FO VMI a délocalisé ses stocks chez le DO VMI.

Le mécanisme de coordination VMIE est caractérisé par un profit élevé de la chaîne logistique notamment celui de E1 et E2. Les coûts de transports de E1 et E2 sont élevés, les niveaux de stocks totaux ainsi que les pénalités de E1 et E2 sont bas.

7.4.1.3 Variable illustrative classe d'efficacité selon l'échelon

(1) Classe d'efficacité du premier échelon :

La position à conseiller pour une entreprise de classe d'efficacité A est au niveau du premier échelon (modalité A1). Ceci permet d'obtenir un profit élevé de ce premier échelon E1, par contre le taux de service client final peut être bas et le stock total de la chaîne logistique également.

Placer une entreprise de classe C en premier échelon est fortement déconseillé (modalité C1). Les configurations de modalité C1 subissent des coûts de ventes perdues élevés pour les trois entreprises E1, E2 et E3, le taux de service client final est bas de même que le profit de E1 et de l'ensemble de la chaîne logistique.

Si E1 est de classe D, les résultats sont meilleurs. Les résultats montrent que les entreprises E1 de classe D connaissent des coûts importants d'heures supplémentaires. Ce recours aux heures supplémentaires leur a permis d'assurer une meilleure disponibilité des produits, le stock total de la chaîne logistique est élevé ainsi que le taux de service client final. Par contre le profit de E1 est faible alors que celui de E3 est élevé.

Les hypothèses retenues supposaient que les entreprises de classe D pouvaient avoir recours au volume le plus important d'heures supplémentaires comparé à celui des entreprises de classe C et B. Les entreprises de classes A sont supposées ne jamais avoir recours aux heures supplémentaires. Cette contrainte a désavantagé le taux de service client final des chaînes logistiques de modalité A1 par rapport à celles de modalité D1. Il est conseillé que les entreprises E3 incitent les entreprises E1 à avoir recours à des heures supplémentaires en leur proposant des indemnités ou en réfléchissant à des stratégies efficaces de partage de revenus.

(2) Classe d'efficacité du deuxième échelon :

Quand E2 est de classe d'efficacité A ou B les caractéristiques sont assez semblables et il est intéressant de constater que les répercussions de ce choix ne se localisent pas uniquement à l'entreprise elle-même mais s'étendent aussi à l'amont et à l'aval de l'entreprise. Ainsi, on observe que les profits de E2 pour ces configurations sont élevés et que les coûts des heures supplémentaires sont bas. Concernant l'entreprise en amont (E1), elle se trouve avantagée par de faibles coûts et de faibles pénalités, l'entreprise en aval (E3) réussit à maintenir des niveaux de stocks et des profits élevés. Le taux de service client final ainsi que le profit de l'ensemble de la chaîne logistiques sont bons.

Un échelon E2 de classe C n'a pas de caractéristiques spécifiques, les résultats sont dans la moyenne et ne permettent pas de tirer des conclusions particulières.

Un échelon E2 de classe D est mauvais pour tous les membres de la chaîne : l'entreprise E2 réalise de faibles profits, elle subit d'importants coûts et notamment ceux dus aux

pénalités. L'entreprise E3 n'arrive pas à constituer des niveaux de stocks suffisants et engendre d'importantes ventes perdues et des retards. Le taux de service du client final est faible de même que le profit total de la chaîne logistique.

(3) Classe d'efficacité du troisième échelon :

Placer une entreprise de classe A ou B au troisième échelon est la décision qui permet d'arriver au meilleur profit de la chaîne logistique. Cela permet d'arriver à un bon taux de service client final et d'avoir de faibles retards client final. De plus les coûts de tous les membres de la chaîne sont faibles.

Placer une entreprise de classe C en troisième échelon n'est pas à conseiller car les coûts des entreprises sont élevés. Placer une entreprise de classe D est encore plus dommageable. Les coûts de toutes les entreprises sont élevés, cette augmentation des coûts provient de l'augmentation des coûts de pénalités. Les stocks sont faibles à tous les niveaux et de ce fait le taux de service client final est mauvais.

Ces résultats sont expliqués par le fait que la désynchronisation engendrée par les entreprises de classe C et D est ressentie beaucoup plus lorsque ces entreprises sont placées en amont direct du client final (en E3). Leurs entreprises fournisseurs (E1 et E2) qui réapprovisionnent cette entreprise de faible classe d'efficacité, ont une capacité de production limitée, et lorsque leur lot de production est inférieur aux commandes qu'elles subissent les temps d'attente se cumulent et s'amplifient. Par contre, Si une entreprise de faible classe d'efficacité est placée le plus en amont possible du client final, c'est à dire en E1, le phénomène de désynchronisation ne se ressent pas. En effet, le fournisseur initial est supposé de capacité de production infinie, il n'est pas donc perturbé par des commandes en grandes quantités. Il serait intéressant de supposer que le fournisseur initial a également une contrainte de capacité de production. Nous pensons, que dans ce cas, le manque d'efficacité des entreprises de classe D serait plus ressenti même si ces entreprises sont placées en E1, surtout si le volume d'heures supplémentaires dont elles peuvent avoir recours diminue.

7.4.1.4 Variable illustrative forme de relation FO/DO

Les configurations qui ont la modalité NPNP sont caractérisées par des profits E3 élevés, un coût total de la chaîne logistique ainsi qu'un taux de satisfaction client de bon niveau.

Les configurations qui ont la modalité NPP sont caractérisées par des stocks importants de E3 ainsi que de l'ensemble de la chaîne, un taux de service et un profit de bon niveau. Les retards subis par le client final sont bas.

Les configurations qui ont la modalité PNP sont caractérisées par des coûts d'heures supplémentaires très importants. Les conclusions concernant les profits de la chaîne logistiques ou le taux de service ne peuvent pas être tirées de cette configuration.

Les configurations qui ont la modalité PP sont caractérisées par des coûts élevés pour toutes les entreprises de la chaîne et notamment E3. Le stock total est faible ainsi que le taux de service client final.

Nous revenons à l'explication des raisons de ces résultats dans la section 7.5.1.4 de ce chapitre.

7.4.2 Caractérisation des variables continues par les variables illustratives

Les résultats, les plus importants de l'analyse des variables continues, sont présentés en Annexe E. L'analyse des variables continues par des variables illustratives donne des résultats similaires à l'analyse des variables illustratives par des variables continues. De ce fait, nous n'allons pas nous attarder sur les interprétations. Les points essentiels que nous avons repérés dans cette analyse sont que :

- (1) Le profit de la chaîne logistique dépend de la classe d'efficacité des échelons E2 et E3, du type de mécanisme de coordination utilisé, de la relation FO/DO. Le profit de la chaîne dépend moins fortement du type de la demande et enfin de la classe d'efficacité de l'échelon 1 ;
- (2) Le niveau de stock total de la chaîne logistique dépend de la relation FO/DO, du type de mécanisme de coordination, des classes d'efficacité des échelons ;
- (3) Le niveau de stock d'une entreprise ne dépend pas uniquement de sa propre classe d'efficacité, il dépend non seulement des classes d'efficacité des entreprises en son amont et aval directs mais aussi indirects. En effet, même si un échelon intermédiaire existe entre E1 et E3, leurs classes d'efficacité interviennent sur leurs résultats respectifs. En fait, la classe d'efficacité d'une entreprise a de l'influence sur toutes les autres entreprises quelle que soit la position de l'entreprise dans la chaîne logistique. De plus, comme la disponibilité des stocks a une influence sur les résultats des entreprises (coûts des pénalités, chiffre d'affaire, profit, etc.), il est clair que, par transitivité, le profit des entreprises est également lié aux classes d'efficacité de toutes les entreprises de la chaîne logistique.

7.5 Analyse via les tableurs

L'Analyse en Composantes Principales ainsi que la description de variable qui a été réalisée ont permis de tirer des conclusions de type qualitatif. Afin d'enrichir cette analyse et d'obtenir des résultats de type quantitatif, il est nécessaire d'avoir recours à l'utilisation de tableurs.

7.5.1 Analyse des catégories de chaînes logistiques suivant les quatre classes d'efficacité

D'après l'ACP réalisée, nous avons remarqué que la performance des chaînes logistiques pouvait être classée en trois catégories, tous types de demande et de mécanisme de coordination confondus. Cette catégorisation est maintenue lors de l'analyse quantitative des résultats. L'intérêt de faire cette distinction entre les catégories est d'évaluer l'effet des différents mécanismes de coordination sur des chaînes logistiques dont les comportements sont assez similaires. Ainsi, les trois catégories de chaînes logistiques qui se distinguent sont : (i) la catégorie 1 qui comprend les chaînes logistiques qui arrivent à satisfaire le client final à un taux de service de 99,9% et 0 retards ; (ii) la catégorie 2 qui comprend les chaînes logistiques qui ont recours à des retards afin de satisfaire le niveau de service de 99% ; et (iii) la catégorie 3 qui comprend les chaînes logistiques très dégradées, dont le taux de service ainsi que les retards sont mauvais.

AAA	AAB	AAC	AAD
ABA	ABB	ABC	ABD
ACA	ACB	ACC	ACD
ADA	ADB	ADC	ADD
BAA	BAB	BAC	BAD
BBA	BBB	BBC	BBD
BCA	BCB	BCC	BCD
BDA	BDB	BDC	BDD
CAA	CAB	CAC	CAD
CBA	CBB	CBC	CBD
CCA	CCB	CCC	CCD
CDA	CDB	CDC	CDD
DAA	DAB	DAC	DAD
DBA	DBB	DBC	DBD
DCA	DCB	DCC	DCD
DDA	ddb	DDC	DDD

	: Chaînes logistiques de catégorie 1
	: Chaînes logistiques de catégorie 2
	: Chaînes logistiques de catégorie 3

Figure 44 : Les trois catégories de chaînes logistiques

7.5.1.1 La Catégorie 1

Cette catégorie regroupe les chaînes logistiques de haute performance (voir Figure 44). Leurs indicateurs de performance moyens sont (Tableau 30) : taux de service moyen 99,86%, retard moyen 0,01 h/pcs, profit moyen 12,8 millions d'euros, stock moyen 3352 unités. Il est évident que les chaînes logistiques apparentant à cette catégorie n'ont pas toutes les mêmes profits. Cependant la variation entre leurs profits n'est pas très grande (voir figures de l'Annexe F et G).

En observant les chaînes logistiques qui font partie de cette catégorie, on remarque que placer une entreprise de classe d'efficacité A ou B en 2^{ème} ou 3^{ème} échelon permet aux chaînes logistiques de faire partie de la catégorie de performance 1 même si les autres entreprises de la chaîne sont de classes d'efficacité basses. En effet, choisir * = A ou B pour DD*, D*D, CC* et C*C, permet à ces chaînes logistiques de faire partie de la catégorie 1.

7.5.1.2 La Catégorie 2

Cette catégorie comprend les chaînes logistiques de performance moyenne, elles sont au nombre de 5 à savoir : CBD, CCC, CDB, DCD, DDC. La moyenne de leurs indicateurs de performance sont (Tableau 30) : taux de service moyen 99,12%, retard moyen 35 h/pcs, profit moyen 8 millions d'euros, stock moyen 3002 unités.

Ce qui surprenant de constater ici c'est que les chaînes logistiques DBD, DCC et DDB font partie de la catégorie 1 alors que les chaînes logistiques CBD, CCC et CDB font partie de la catégorie 2. De même, on note que DCD et DDC font partie de cette catégorie (2) et non de la catégorie 3. Cette constatation signifie que la dégradation de l'efficacité de l'échelon E1

d'une classe d'efficacité C à une classe d'efficacité D a permis aux chaînes logistiques d'améliorer leur catégorie de performance. Ces résultats sont expliqués par les hypothèses qui ont été adoptées. En effet, il a été supposé qu'une classe d'efficacité D était celle qui avait recours au plus grand volume d'heures supplémentaires. Ce recours aux heures supplémentaires lui permet de récupérer sa perte d'efficacité par rapport à la classe C. (La démonstration de cette interprétation fait l'objet de la section 7.5.1.4).

7.5.1.3 *La Catégorie 3*

Cette catégorie comprend les chaînes logistiques très dégradées qui sont au nombre de 10 à savoir : ACD, ADC, ADD, BCD, BDC, BDD, CCD, CDC, CDD et DDD. Leurs indicateurs de performance moyens sont (Tableau 30) : taux de service moyen 90,44%, retard moyen 145 h/pcs, profit moyen 5,5 millions d'euros, stock moyen 2766 unités.

Les chaînes logistiques de cette catégorie sont de la forme : *DD avec * = A, B, C, D et *CD et *DC avec * = A, B, C, par contre si * = D alors les chaînes logistiques DCD et DDC font partie de la catégorie 2 (performance moyenne).

7.5.1.4 *Expérimentations explicatives sur une sélection de chaînes logistiques*

Afin de mieux comprendre les résultats obtenus, le détail de certains d'entre eux est présenté dans cette section. Pour ce faire, nous avons sélectionné quatre chaînes logistiques qui ont le plus bas taux de service, à savoir : ADD, BDD, CDD et DDD, la chaîne logistique AAA est présentée pour servir de référence (Tableau 28).

D'après les résultats présentés sur le *Tableau 28*, on remarque que : le taux de service (SR) (ADD) > SR (BDD) > SR (CDD), par contre, le SR (DDD) est le plus élevé de tous.

D'autre part, on remarque aussi que le besoin en heures supplémentaires augmente d'aval en amont de la chaîne logistique. Sur la chaîne logistique CDD et DDD le coût des heures supplémentaires de E1 est supérieur à celui de E2 qui est supérieur à celui de E3. Si le coût des heures supplémentaires de E1, sur les chaînes logistiques ADD et BDD, est inférieur à celui de E2, c'est parce que le mode de gestion des classes d'efficacité A et B n'a pas recours aux heures supplémentaires. Le mode de gestion des classes A et B a privilégié le profit individuel de l'entreprise au détriment du taux de service du client final. Si ces entreprises avaient recours aux heures supplémentaires, le taux de service du client final augmenterait comme le montre l'expérimentation présentée sur le *Tableau 29*. La nette amélioration du taux de service obtenu (passage de 86,4% à 99,9%) prouve que ce dernier dépend bien des temps de production alloués à E1.

Il est clair maintenant que c'est le fait d'avoir permis à la classe d'efficacité D d'avoir recours au plus haut volume d'heures supplémentaires, qui lui a permis d'arriver à un niveau de production assez satisfaisant pour pouvoir répondre au besoin du client final avec un taux de service de 92%.

Tableau 28 : Indicateurs de performances d'une sélection de chaînes logistiques

Indicateurs	AAA (Ref)	ADD	BDD	CDD	DDD
Service Rate	99,9%	86,4%	85,4%	81,7%	92,1%
Retard [h/pcs]	0,00	121,35	117,96	116,73	98,06
Stock E1	1 053,8	1 067,6	1 139,4	1 215,6	1 252,3
Stock E2	1 048,7	1 107,0	1 107,9	1 105,2	1 112,9
Stock E3	1 158,6	928,0	927,8	922,6	944,0
Stock CL [pcs]	3 261,2	3 102,6	3 175,0	3 243,4	3 309,1
Coût Total E1	3 444 531	8 530 128	8 549 352	8 524 888	9 901 462
Coût Total E2	3 283 329	7 464 628	7 423 785	7 056 994	7 682 107
Coût Total E3	3 344 940	5 691 375	5 575 822	5 365 268	5 560 193
Coût Total CL [€]	10 072 800	21 686 131	21 548 959	20 947 149	23 143 762
Chiffre d'Affaire E1	7 701 145	11 663 965	11 533 650	11 044 375	12 473 415
Chiffre d'Affaire E2	7 412 300	8 456 985	8 363 940	8 012 785	9 041 820
Chiffre d'Affaire E3	7 119 270	6 157 220	6 089 475	5 835 765	6 576 155
Chiffre d'Affaire CL [€]	22 232 715	26 278 170	25 987 065	24 892 925	28 091 390
Profit E1	4 256 614	3 133 837	2 984 298	2 519 487	2 571 953
Profit E2	4 128 971	992 357	940 155	955 791	1 359 713
Profit E3	3 774 330	465 845	513 653	470 497	1 015 962
Profit CL [€]	12 159 915	4 592 039	4 438 106	3 945 776	4 947 628
Coût heures supplémentaires E1	0	148	47 820	97 604	240 579
Coût heures supplémentaires E2	0	88 054	86 724	75 195	113 331
Coût heures supplémentaires E3	0	8 261	5 867	0	25 017
Coût des retards E1	130 451	3 554 827	3 335 961	3 182 737	3 571 600
Coût des ventes perdues E1	652	167 990	177 863	218 746	103 534
Coût des pénalités E1	131 102	3 722 816	3 513 825	3 401 482	3 675 134
Coût des retards E2	92 885	3 116 906	3 109 855	2 870 695	3 110 539
Coût des ventes perdues E2	520	129 846	138 354	170 935	78 553
Coût des pénalités E2	93 405	3 246 752	3 248 209	3 041 630	3 189 092
Coût des retards E3	0	2 241 673	2 154 380	2 043 788	1 934 522
Coût des ventes perdues E3	499	96 272	103 037	130 392	55 650
Coût des pénalités E3	499	2 337 945	2 257 418	2 174 180	1 990 171

Afin de s'assurer que c'est bien le besoin en heures supplémentaires de production qui a été la cause de ces variations du taux de service, nous avons voulu démontrer cela par simulation. Pour ce faire, sur une chaîne logistique ADD qui répond à une demande finale stable suivant un mécanisme de coordination standard, la possibilité d'avoir recours à des heures supplémentaires a été allouée à l'entreprise E1 (classe A). Le Tableau 29 présente les résultats obtenus dans ce cas et dans le cas de référence où l'entreprise de classe A n'a pas recours aux heures supplémentaires.

Tableau 29 : Analyse de l'effet de l'augmentation des heures de production

Indicateurs	AAA	ADD STD DS	ADD E1 avec heures supplémentaires
Service Rate	99,86%	86,40%	99,87%
Retard [h/pcs]	0,00	121,35	0,00
Stock E1	1 054	1 068	1 094
Stock E2	1 049	1 107	1 334
Stock E3	1 159	928	1 495
Stock CL [pcs]	3 261	3 103	3 922
Coût Total E1	3 444 531	8 530 128	6 324 199
Coût heures supplémentaires E1	0	148	46 349
Coût Total E2	3 283 329	7 464 628	5 028 992
Coût Total E3	3 344 940	5 691 375	3 842 648
Coût Total CL [€]	10 072 800	21 686 131	15 195 839

Soulignons que la relation FO/DO des chaînes logistiques ADD, BDD, CDD et DDD est de type PP. Dans les sections précédentes, il a été constaté que les chaînes logistiques de type P* (avec * = P ou NP) étaient les chaînes logistiques les moins performantes. La raison de ce résultat réside également dans les besoins de capacité non couverts par des heures supplémentaires.

Toutes les chaînes logistiques de type NPP sont des chaînes dont le premier échelon E1 n'est pas de classe A, E1 a donc la possibilité d'avoir recours à des heures supplémentaires si nécessaire. De plus, une relation NP*, qui veut dire que la classe d'efficacité de E1 est inférieure la classe d'efficacité de E2, permet d'allouer des volumes d'heures supplémentaire à E1 supérieurs aux heures supplémentaires allouées à E2. Comme le besoin d'heures supplémentaires augmente d'aval en amont, ce type de relation (NP*) est mieux en mesure de répondre à la demande du client final.

Un autre questionnement était de savoir pourquoi le type de relation d'efficacité entre E1 et E2 était le plus déterminant par rapport à la performance de la chaîne logistique comparé au type de relation entre E2 et E3. Ce résultat vient du fait que le besoin en heures supplémentaires augmente d'aval en amont de la chaîne logistique. En effet, ce qui a le plus posé problème dans le cas étudié c'est le manque de disponibilité des heures supplémentaires pour l'entreprise E1. L'entreprise E2 n'ayant pas besoin d'autant d'heures supplémentaires, la relation d'efficacité qu'elle a avec son donneur d'ordres n'a pas eu d'influence sur la performance de la chaîne logistique.

7.5.2 Influence des mécanismes de coordination sur les trois catégories de chaînes logistiques

La campagne de simulation qui a été réalisée a permis d'obtenir des indicateurs de performance pour chacune des chaînes logistiques étudiées (640 scénarios). Les principaux indicateurs relatifs à la chaîne logistique dans sa globalité à savoir : le profit, le taux de service, les retards, le niveau de stocks et les coûts sont représentés sur les graphiques présentés en Annexe F et G.

Les résultats de simulations ont été également traités à l'aide de tableaux croisés dynamiques. Ceci a permis de les synthétiser par catégories de chaîne logistique (1, 2 et 3), et pour chaque catégorie, par mécanisme de coordination utilisé (STD, PI, PIE, VMI et VMIE). Le Tableau 30 présente la moyenne des indicateurs ainsi obtenus. Le Tableau 31 présente les variations entre les mécanismes de coordination PI, PIE, VMI et VMIE et le mécanisme STD par catégorie.

Ci-dessous, les conclusions tirées de ces tableaux sont présentées par catégorie de performance de chaîne logistique. Pour chaque catégorie, une chaîne logistique est sélectionnée pour présenter l'influence des mécanismes de coordination sous forme de graphique (*Figure 45*, *Figure 46* et *Figure 47*).

7.5.2.1 Catégorie 1

La variation due à l'introduction des mécanismes de coordination sur le profit des chaînes logistiques de cette catégorie n'est pas très importante comparée à celle des autres catégories.

Les retards des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 1 sont négligeables (0,01 h/pcs) quel que soit le mécanisme de coordination utilisé. Nous pouvons donc négliger l'analyse de la variation du retard due aux mécanismes de coordination de cette catégorie.

Le PI et le PIE ont eu pour conséquence d'augmenter les stocks de l'entreprise E3 et de E2. Ils ont également dégradé les profits des chaînes logistiques, cette dégradation des profits provient de l'augmentation des pénalités de E1. En effet, avec le partage d'informations, l'entreprise E2 a augmenté ses stocks afin de mieux répondre à la demande, ses réapprovisionnements chez E1 ont donc augmenté. De ce fait, E1 n'a pas été en mesure de répondre aux variations des fréquences de réapprovisionnements de E2, et E1 a subi une augmentation des coûts de ses pénalités.

Il est intéressant de constater que si le profit total de la chaîne logistique n'a pas varié en VMI, celui des entreprises E2 et E3 a enregistré une variation de -7% et +12,4% respectivement. Dans cette catégorie c'est donc le client VMI (E3) qui profite le plus de la mise en place du VMI. La réduction des profits de E2 ne provient ni de l'augmentation des coûts de stockage, ni de celle des coûts de pénalités, car ces coûts ont connu une réduction après le VMI. C'est l'augmentation du nombre de transport qui est en cause (+ 7% pour E1 et + 6,4% pour E2). Afin de répartir les profits dégagés du VMI plus équitablement entre les membres, un partage de revenus est à préconiser. Concernant les stocks, comme il était prévisible le FO VMI (E2), qui a délocalisé une partie de ses stocks chez son DO, a enregistré une réduction des stocks (de l'ordre de - 37%), par contre ce qui est intéressant à constater, c'est que le DO VMI n'a pas enregistré une grande augmentation des stocks (uniquement +2%).

Le VMIE a eu pour conséquence l'amélioration des profits de E3 et E2 de +14,4% et +4,4% respectivement. Par contre E1 a subi une réduction des profits de -4,5% due à l'augmentation des transports, un partage de revenus est donc à conseiller. Les stocks de E1 et E2 ont baissé d'environ 37% et ceux de E3 n'ont pas énormément varié (+2%).

mécanisme de coordination

Catégories	SR	Retard [h /jcs]	Profit			Stock			Stocks E1			Stocks E2			Stocks E3			Coûts Cl [€]			Coûts E1 [€]			Coûts E2 [€]			Coûts E3 [€]			Coûts			Coûts			Nbr			Nbr			Coût heures			Coût heures																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			Profit Cl [€]	Profit E1 [€]	Profit E2 [€]	Profit E3 [€]	Total Cl	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]	[jcs]

Tableau 31 : Variation de la Moyenne des Indicateurs de performance suivant la catégorie de chaîne logistique et le mécanisme de coordination

Catégories	Variation SR	Variation Retard	Variation Profit CL	Variation Profit E1	Variation Profit E2	Variation Profit E3	Variation Stocks CL	Variation Stocks E1	Variation Stocks E2	Variation stocks E3	Variation coûts CL	Variation coûts E1	Variation coûts E2	Variation coûts E3	Variation Coûts pénalités E1	Variation Coûts pénalités E2	Variation Coûts pénalités E3	Variation Nbr transport CL	Variation Nbr transport E1	Variation Nbr transport E2	Variation Nbr transport E3
1																					
PI	-0,01%	4,25%	-2,91%	-6,32%	-1,43%	-0,10%	2,75%	-2,58%	3,78%	6,56%	3,14%	6,46%	1,73%	0,12%	74,78%	29,04%	19,16%	0,06%	0,15%	0,08%	-0,01%
PIE	-0,01%	-48,31%	-2,93%	-6,15%	-1,67%	-0,11%	4,10%	0,63%	5,05%	6,35%	3,14%	6,29%	1,98%	0,10%	72,66%	33,35%	3,59%	0,04%	0,11%	0,04%	-0,01%
VMI	0,00%	-51,50%	0,84%	-0,31%	-7,33%	12,39%	-11,16%	-0,36%	-38,20%	2,63%	-0,82%	0,48%	8,04%	-12,54%	5,06%	-76,07%	-14,83%	1,68%	-0,04%	6,33%	0,00%
VMIE	0,00%	3,06%	3,30%	-4,46%	4,43%	12,41%	-22,72%	-37,71%	-36,29%	2,25%	-3,36%	4,53%	-4,91%	-12,53%	-78,28%	-74,54%	0,78%	2,85%	3,65%	6,41%	0,00%
2																					
PI	-0,01%	-12,39%	-35,82%	-94,68%	-36,61%	3,68%	0,22%	-1,39%	-1,04%	3,21%	11,02%	16,85%	11,09%	-2,07%	39,07%	28,67%	-12,15%	-0,07%	0,09%	0,11%	-0,31%
PIE	0,05%	-15,56%	-33,25%	-90,40%	-33,57%	4,73%	-0,29%	-2,08%	-1,55%	2,90%	10,27%	16,08%	10,22%	-2,57%	37,33%	26,40%	-15,29%	-0,09%	0,09%	0,12%	-0,36%
VMI	-0,09%	5,45%	34,92%	-0,23%	89,01%	15,08%	-15,54%	-0,08%	-45,86%	-2,63%	-10,73%	0,14%	-27,10%	-9,13%	0,24%	-88,80%	5,32%	2,36%	-0,05%	9,39%	-0,07%
VMIE	-0,12%	8,72%	93,62%	188,01%	115,29%	14,05%	-30,98%	-40,92%	-47,41%	-4,02%	-28,85%	-33,44%	-35,18%	-8,68%	-92,41%	-88,58%	8,41%	4,62%	6,86%	9,33%	-0,10%
3																					
PI	0,05%	31,55%	-57,31%	-37,87%	-43,54%	-210,86%	2,87%	-2,37%	-0,05%	12,51%	9,29%	10,55%	4,57%	13,49%	24,13%	9,69%	30,86%	0,48%	0,22%	0,24%	0,84%
PIE	0,12%	38,48%	-58,83%	-32,57%	-45,03%	-256,29%	2,68%	-2,83%	-0,13%	12,53%	9,58%	9,14%	4,77%	16,42%	20,84%	10,10%	37,63%	0,46%	0,24%	0,30%	0,74%
VMI	-0,07%	1,18%	84,99%	-0,01%	341,24%	104,54%	-16,73%	-0,07%	-46,55%	-2,07%	-13,49%	0,18%	-34,58%	-6,72%	0,29%	-88,71%	1,21%	2,55%	-0,03%	10,45%	-0,15%
VMIE	-0,17%	5,44%	171,18%	108,26%	413,95%	76,39%	-33,34%	-43,27%	-49,84%	-2,31%	-27,30%	-29,49%	-42,03%	-5,05%	-89,13%	-88,67%	5,22%	10,35%	23,27%	10,42%	-0,25%

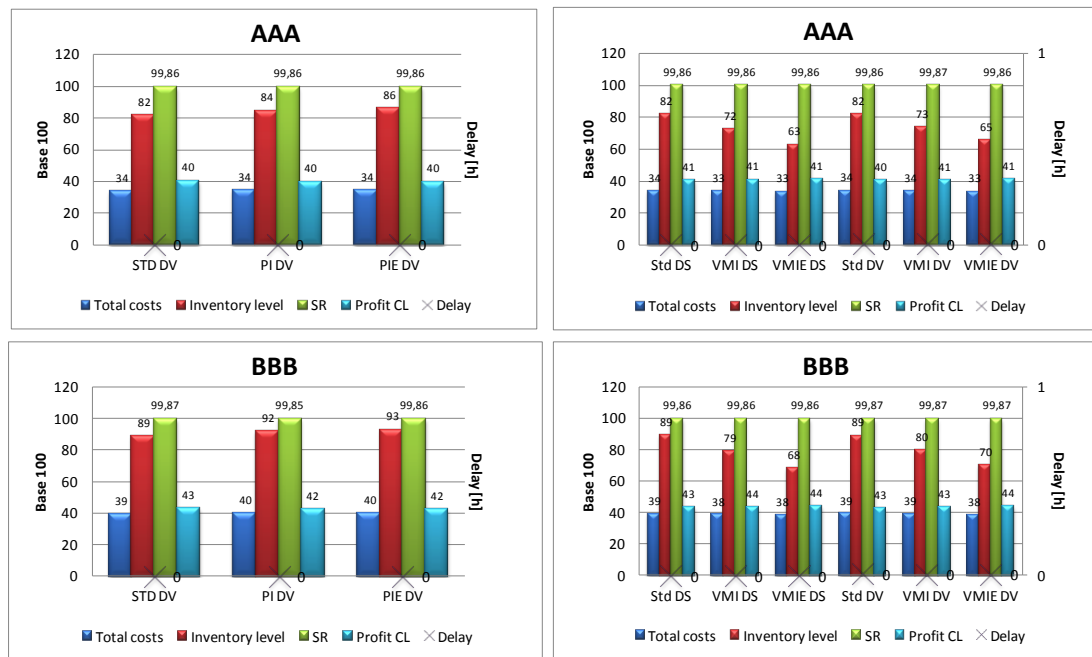


Figure 45 : Influence des mécanismes de coordination sur la CL AAA et BBB

7.5.2.2 Catégorie 2

Le mécanisme PIE a permis une très légère amélioration du taux de service client final (de +0,05%), le PI et le PIE ont permis une réduction des retards client final de - 12% et - 16% respectivement, cette réduction a été réalisée suite à l'augmentation des stocks de E3 obtenue grâce au partage d'informations sur la demande. Ainsi l'entreprise E3 a pu améliorer son profit de 4% et de 5% en PI et en PIE respectivement. Cependant, pour les mêmes raisons que la catégorie 1, E2 et E1 ont vu leurs profits se dégrader en raison de l'augmentation de leurs pénalités.

Les mécanismes VMI et VMIE ont permis une réduction des stocks notamment ceux du FO VMI, mais cette réduction a entraîné une légère augmentation des retards (+5% et +9%). Les chaînes logistiques de cette catégorie enregistrent une amélioration du profit total et plus particulièrement celui du FO VMI. Dans cette catégorie, l'augmentation des transports due au VMI n'a pas empêché le FO de réaliser un profit considérable. En effet, la diminution des coûts de pénalités du FO VMI et la réduction des stocks ont pallié cette augmentation. Ici, c'est plutôt le FO VMI qui pourrait inciter le DO à mettre en place un VMI à travers un partage de revenus.

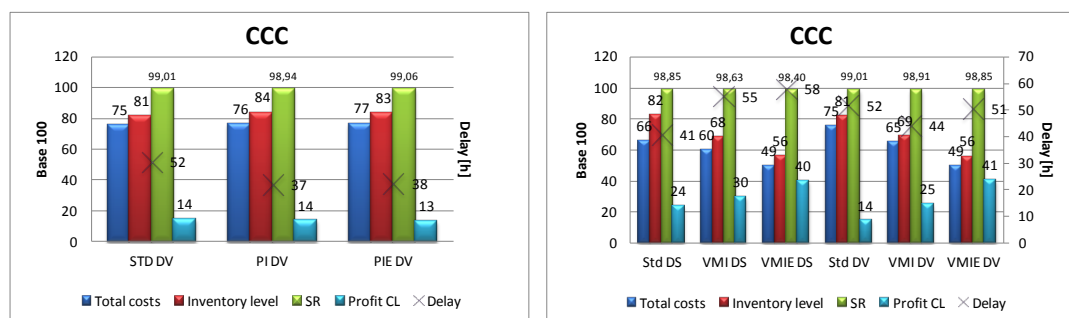


Figure 46 : Influence des mécanismes de coordination sur la CL CCC

7.5.2.3 Catégorie 3

La très légère augmentation du taux de service réalisée via le PI et le PIE (+0,05% et +0,12% respectivement) s'est accompagnée d'une augmentation des retards (+31% et +38%). Cette augmentation des retards a fortement dégradé les profits de tous les membres de la chaîne logistique. Dans la configuration actuelle, il est donc fortement déconseillé de mettre en place un PI ou un PIE pour les chaînes logistiques de catégorie 3. Cependant, il serait intéressant d'étudier la sensibilité du profit réalisé en fonction de la variation des coûts unitaires des ventes perdues et des retards. Il se peut que dans une configuration où les coûts de ventes perdues sont très importants, le partage d'informations puisse améliorer les profits. Un autre point intéressant est celui de constater que les stocks de E3 ont enregistré la plus forte augmentation. Ainsi, la corrélation constatée entre le taux de service et le niveau de stock de E3 se confirme.

En observant les résultats de l'application du VMI et du VMIE sur les chaînes logistiques de la catégorie 3, il est possible de conclure que si le fournisseur VMI n'arrive pas à maintenir le niveau de stocks de son client, le taux de service de ce dernier se dégrade. En effet, la réduction de -2% sur les stocks de E3 a détérioré le taux de service client final ainsi que les retards. Le VMI (et le VMIE) a permis une réduction des stocks du FO VMI (et VMIE) de l'ordre de -46%. Les profits du FO ainsi que du DO VMI (et VMIE) ont été améliorés avec une plus forte amélioration pour le FO VMI.

La chaîne logistique la plus dégradée en termes de profit est DDD. En demande variable, cette chaîne est déficitaire dans le cas de mécanisme de coordination standard. Le VMIE est la meilleure décision à prendre pour ce scénario (*Figure 47*).

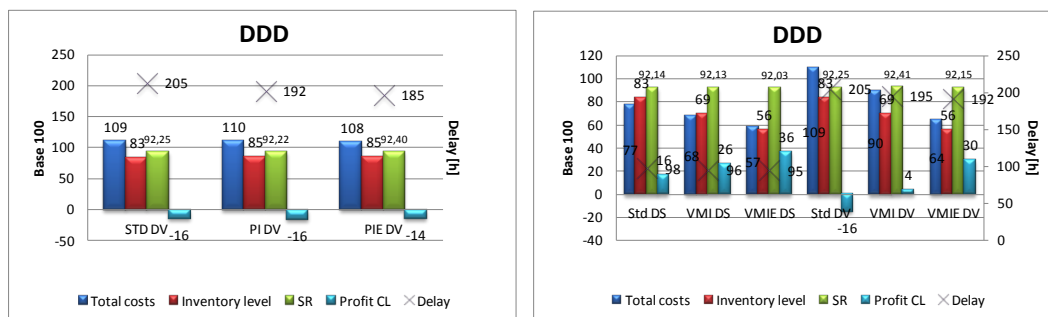


Figure 47 : Influence des mécanismes de coordination sur la CL DDD

7.5.2.4 Comparaison entre les résultats des trois catégories de performance de chaînes logistiques

En comparant les trois catégories entre elles, nous constatons que les coûts de pénalités sont les coûts qui ont connu la plus grande variation entre les trois catégories de chaînes logistiques et entre les mécanismes de coordination. En gestion standard, les coûts de pénalités des catégories 2 et 3 constituent une part très importante des coûts totaux, ils ont d'ailleurs le même ordre de grandeur que les profits réalisés. Avec VMI et VMIE les coûts de pénalités rencontrent une grande réduction. Cette réduction est la conséquence des accords convenus entre le DO et le FO. En effet, avant VMI, le FO assumait la part due à la mauvaise gestion du DO et de son manque d'efficacité (commandes par grandes quantités, détérioration du taux de qualité). Après VMI, c'est le FO qui décide des quantités de réapprovisionnement et paye des

pénalités s'il n'arrive pas à maintenir le niveau de stock convenu avec son DO. Ainsi, le FO paye uniquement les pénalités dont il est vraiment responsable.

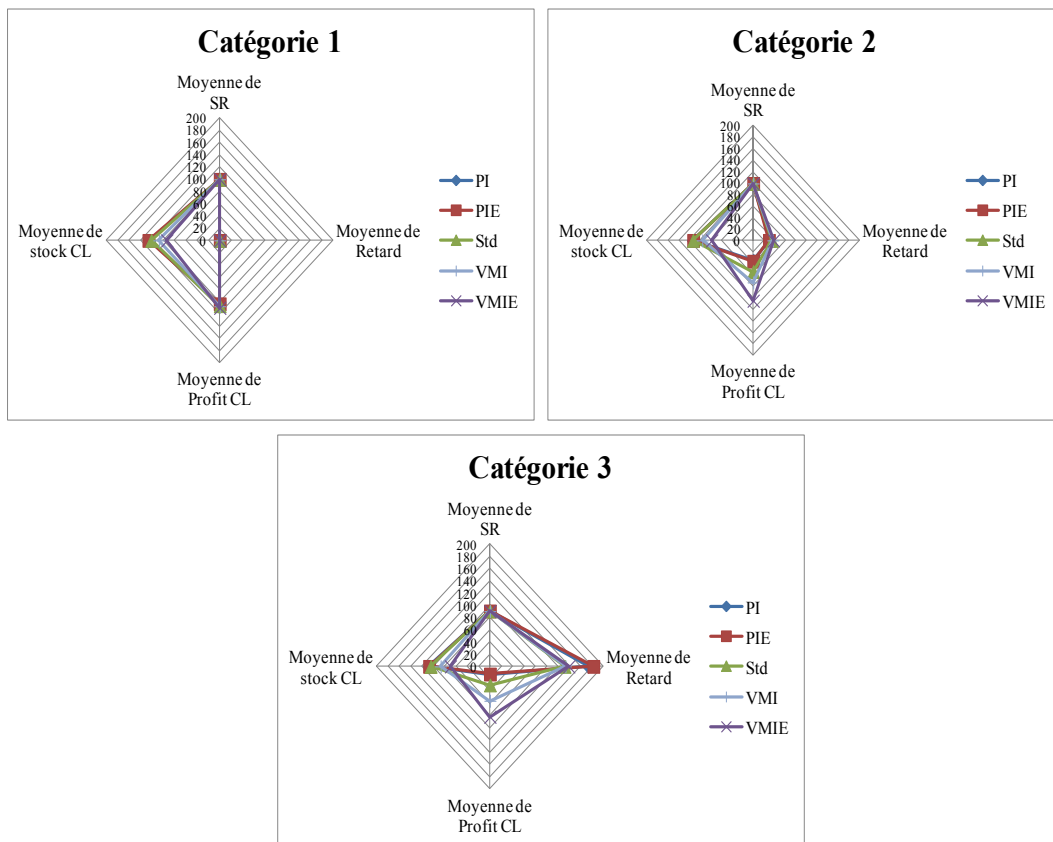


Figure 48 : Influence des mécanismes de coordination sur les catégories de performance

La Figure 48 représente les variations, par rapport au mécanisme de coordination standard, réalisées par les mécanismes de coordinations PI, PIE, VMI et VMIE. Il est clair que l'influence de ces mécanismes est différente suivant la catégorie de performance des chaînes logistiques :

Pour les chaînes de catégorie 1, les mécanismes de coordination VMIE et le VMI ont eu des impacts uniquement sur la réduction du niveau de stock.

Pour les chaînes logistiques de la catégorie 2 : des variations sur les stocks ainsi que sur les profits sont observées. Le VMIE et le VMI ont réalisé une réduction du niveau total de stock de la chaîne logistique et ont augmenté les profits. Le PIE et le PI ont réduit le profit total de la chaîne logistique (à cause de l'augmentation des pénalités des entreprises E1 et E2).

Pour les chaînes logistiques de la catégorie 3 : le VMIE et le VMI ont réduit le niveau de stock total de la chaîne logistique et ont amélioré le profit. Le PIE et PI ont augmenté les retards et baissé le profit total des chaînes logistiques.

En comparant maintenant le montant des profits réalisés par les mécanismes de coordination (Tableau 30), les observations suivantes peuvent être tirées :

Le profit de l'entreprise E3 des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 2 avec mécanisme de coordination VMI est similaire à celui des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 1 avec mécanisme de coordination standard.

Le profit total des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 2 ainsi que de tous ses membres (E1, E2 et E3) avec mécanisme de coordination VMIE est similaire au profit des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 1 avec mécanisme de coordination standard.

Le VMI a permis aux chaînes logistiques de la catégorie 3 (chaînes logistiques très dégradées), d'atteindre un profit total semblable aux chaînes logistiques de la catégorie 2 avec mécanisme de coordination standard. Le VMIE quant à lui a permis d'atteindre des profits encore meilleurs sans toutefois atteindre ceux de la catégorie 1.

Le profit de E1 et E2 des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 3 avec mécanisme de coordination VMI est similaire à celui des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 2 avec mécanisme de coordination standard.

Le profit de E1 et E2 des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 3 avec mécanisme de coordination VMIE est similaire à celui des chaînes logistiques appartenant à la catégorie 1 avec mécanisme de coordination standard.

Les différents profits obtenus pour les 640 configurations de chaînes logistiques sont représentés sur les graphiques en Annexe F et G. Il est possible de comparer ces chaînes logistiques d'après le profit obtenu suivant les classes d'efficacités et suivant le mécanisme de coordination adopté. Ce genre de comparaisons est utile aux décideurs. Ces derniers peuvent ainsi choisir entre collaborer avec une entreprise de meilleure performance et utiliser un mécanisme de coordination standard, ou collaborer avec une entreprise de moindre performance en mettant en place un mécanisme de coordination plus élaboré.

7.6 Discussions

7.6.1 Influence des classes d'efficacité sur la performance de la chaîne logistique

La classe d'efficacité de l'échelon ainsi que sa position dans la chaîne logistique joue un rôle important dans la performance globale de la chaîne. Nous avons remarqué que si les deux entreprises en amont du client final sont de classe d'efficacité dégradée, la performance de la chaîne logistique est très dégradée et vice et versa.

L'efficacité d'une entreprise peut avoir des effets qui dépassent les résultats de cette propre entreprise. Elle peut même avoir des répercussions sur les résultats du client et du fournisseur de cette entreprise, qu'ils soient directs ou indirects. Par exemple, les résultats des simulations ont montré que, si E1 est de classe A, les risques, affectant le service au client final, peuvent être élevés. Par contre, si E1 est de classe D, le client final peut bénéficier d'un meilleur taux de service et subir moins de retards. Le mode de gestion d'une classe A n'est pas toujours la meilleure solution pour arriver à une bonne synchronisation de la chaîne logistique. D'après les hypothèses adoptées, les entreprises de classe d'efficacité A n'ont pas recours aux heures supplémentaires. Or, le besoin en heures supplémentaires augmente d'aval en amont de la chaîne logistique. Il semble donc nécessaire que l'entreprise E1 ait recours à

des heures supplémentaires afin d'arriver à de meilleurs résultats pour le client final. Par contre, les entreprises en amont direct du client final (E2 et E3) ont besoin de moins d'heures supplémentaires, et doivent avoir une efficacité élevée afin de répondre avec un bon taux de service et sans retards.

La performance locale, au niveau de l'entreprise, et globale, au niveau de la chaîne logistique, peuvent être contradictoires. Par exemple, placer une entreprise de classe A ou B en premier échelon est mauvais pour les résultats de la chaîne logistique et le client final, même l'entreprise elle-même arrive à tirer des profits intéressants. A contrario, une entreprise de classe D peut permettre à la chaîne logistique, prise dans son ensemble, d'arriver à de bons résultats et une meilleure satisfaction client final même si les profits de cette entreprise, prise localement, ne sont pas très élevés.

Il a été observé que les chaînes logistiques qui ont de meilleurs résultats sont celles dont le stock E3 est plus élevé que celui de E1 et E2. Il est donc nécessaire que les stocks en amont direct du client final soient importants. E1 et E2 quant à elles peuvent se permettre de baisser leurs stocks.

Le VMI est un mécanisme qui permet justement la réduction des stocks. Son influence, ainsi que l'influence des mécanismes de partage d'informations a également été abordée dans ce chapitre.

7.6.2 Influence des mécanismes de coordination sur la performance des chaînes logistiques

Des mécanismes de coordination ont été introduits afin de tenter d'améliorer les performances des chaînes logistiques.

Les mécanismes de partage d'informations (PI et PIE) ont permis à l'entreprise E3, en amont direct du client final, d'augmenter son niveau de stock afin de faire face à la demande. Ces mécanismes ont également contribué à la réduction des retards et à l'amélioration du taux de service pour les chaînes logistiques de catégorie 2 de performance médiane. Sur la catégorie 3 de chaînes logistiques de performance dégradée, le partage d'informations a amélioré le taux de service mais cette amélioration ne s'est pas faite sans l'augmentation des retards.

Cependant, l'amélioration du taux de service, obtenue par le partage d'informations, n'est pas très importante (+0,05% et +0,12%). De plus, dans certaines situations, les coûts des chaînes logistiques ont augmenté à cause de l'augmentation des retards et des pénalités. En effet, les capacités de production des entreprises sont limitées, l'amélioration du taux de service (augmentation des quantités produites) a conduit à l'augmentation des retards. De plus, les coûts de pénalités de E1 ont augmenté : quand l'entreprise E2 a connaissance de la variation de la demande, son mode de réapprovisionnement chez E1 n'est plus stationnaire, et E1 trouve des difficultés à répondre à la demande de E2.

On conclut que les contributions du partage d'informations n'ont pas été très significatives et ont même dégradé le profit de certaines chaînes (les chaînes logistiques où le coût de l'augmentation du retard est supérieur au profit dégagé de la réduction des ventes perdues). La disponibilité de l'information sur la demande n'a pas conduit à l'amélioration souhaitée parce que les capacités de production des entreprises ont été calibrées pour être utilisées à leur maximum sans partage d'informations, la disponibilité de l'information n'a

donc pas permis une augmentation de la production. Afin d'arriver à de meilleurs résultats, le partage d'informations doit s'accompagner d'une augmentation des capacités de production.

Les mécanismes de coordination de type VMI et VMIE ont permis une réduction des stocks du fournisseur VMI, sans augmenter ceux du donneur d'ordres VMI. Pour les chaînes logistiques de catégorie 1 (très performantes), c'est le DO VMI qui a bénéficié le plus du VMI. Le FO VMI a subi une réduction de son profit due à l'augmentation de sa fréquence de transport. Un partage de revenus, du DO vers le FO, est à conseiller fortement dans ce cas. Pour les chaînes logistiques de catégorie 2 et 3, les profits qu'obtient le FO VMI grâce à la réduction de ses stocks et de ses pénalités lui permettent de pallier l'augmentation des coûts de transport et de réaliser le profit le plus élevé comparé au DO VMI. Dans ce cas, une manière de partager les bénéfices du FO VMI avec son DO est d'adopter le principe de stock de consignment. Ainsi, les coûts de possession de stock du donneur d'ordres sont assumés par le fournisseur. Il a été constaté que les mécanismes de coordination de type VMI et VMIE ont plus d'impacts sur l'amélioration des chaînes logistiques dont la performance est dégradée (catégorie 2 et 3).

Les impacts du VMI et du VMIE sur le taux de service et des retards n'ont pas été très significatifs par rapport à leurs impacts sur les stocks et les coûts et plus spécifiquement les coûts de pénalités :

- La réduction des stocks a été réalisée grâce au passage du fournisseur VMI à une production à la commande avec délocalisation de ses stocks chez son donneur d'ordres ;
- La réduction du VMI obtenue sur les coûts de pénalités est expliquée par les accords convenus entre FO et DO. Les accords concernant le paiement des pénalités sont très importants. Avant le VMI, le FO subissait les pénalités dues à une mauvaise gestion de son DO, ou à une gestion différente de la sienne. Après VMI, le FO gère les stocks de son client, et ne paye que les pénalités dont il est vraiment responsable ;
- Les résultats obtenus ont montré que le VMI et le VMIE n'ont pas eu un grand impact sur les retards ou sur le taux de service. Pourtant d'après les résultats, académiques et expérimentaux, cités dans la littérature, le VMI a souvent de bonnes répercussions sur ces indicateurs. Quand le VMI a abouti à un meilleur service client, c'est parce que le partage d'informations entre DO et FO a constitué une grande valeur ajoutée. Cette valeur ajoutée est d'autant plus importante dans le cas multi clients, lorsque le fournisseur peut décider de livrer les clients dont le besoin est le plus urgent. La chaîne logistique modélisée n'ayant qu'un seul client final, l'amélioration que peut apporter le VMI sur le taux de service et les retards n'a pas pu avoir lieu. Par contre, dans notre cas, les simulations ont montré que le taux de service dépendait beaucoup plus de paramètres techniques et notamment de la classe d'efficacité de l'entreprise et des heures de production disponibles.

7.7 Conclusion

Ce chapitre présente les résultats qui ont été obtenus après l'introduction des mécanismes de coordination (PI, PIE, VMI, VMIE) sur des chaînes logistiques constituées d'échelons d'efficacité différentes et qui répondent à deux types de demande, stable et saisonnière. Le type de la demande n'a pas eu de répercussions significatives sur les résultats. Les classes d'efficacité des entreprises ont eu une influence importante sur la performance des chaînes logistiques. Les mécanismes de coordination ont eu des impacts différents suivant la catégorie de performance des chaînes logistiques.

Les mécanismes de partage d'informations (PI et PIE) ont permis à l'entreprise en amont direct du client final d'augmenter son niveau de stock afin de faire face à la demande. Cette augmentation des stocks a contribué à la réduction des retards et à l'amélioration du taux de service pour certaines catégories chaînes logistiques. On conclut que le partage d'informations est utile pour les chaînes logistiques qui ont pour objectif d'améliorer le taux de service et de réduire le retard client final et qui acceptent, pour ce faire, d'augmenter leur niveau de stock et leur capacité de production.

Les mécanismes de coordination VMI et VMIE ont permis aux chaînes logistiques d'améliorer leur catégorie de performance. L'effet le plus important du VMI dans notre étude a été la réduction des stocks et l'amélioration des profits de la chaîne logistique. Toutefois, la réduction des stocks s'est accompagnée d'une faible aggravation des retards et du taux de service. Ainsi, le VMI est plus intéressant pour les entreprises dont les coûts de possession sont élevés et dont les pénalités de retard ou de ventes perdues le sont moins.

Le calcul des coûts que nous avons adopté avait pour objectif de permettre une analyse générale. Cependant, il a supposé beaucoup d'hypothèses simplificatrices telles que l'égalité des coûts unitaires quelle que soit la classe d'efficacité de l'entreprise et quelle que soit sa position dans la chaîne. Nous recommandons d'affecter des coûts unitaires différents selon ces cas. Il serait également intéressant d'effectuer des analyses de sensibilité de l'apport des mécanismes de coordination par rapport à la variation des coûts unitaires des retards, ventes perdues et possession de stocks.

Une autre perspective est d'analyser l'apport du partage d'informations en fonction de la variation des capacités de production de chacune des quatre classes d'efficacité et de supposer que le fournisseur initial a des contraintes de capacité de production.

Enfin, arriver à intégrer le cas où les clients du VMI sont multiples est une perspective qui nécessite un développement du modèle de simulation mais qui permettra d'intégrer un aspect important des avantages du VMI.

CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE 8 : CONCLUSION GENERALE

8.1 Conclusion

Dans un environnement économique de plus en plus instable caractérisé par une concurrence accrue, les entreprises se doivent de rester concurrentielles. Pour ce faire, la coopération entre partenaires d'une chaîne logistique est devenue une option incontournable. Cependant, cette option comporte des risques et doit être maîtrisée pour être efficace et pertinente. Les entreprises doivent donc s'appuyer sur des outils et méthodes scientifiques pour justifier leurs différents choix et prendre les bonnes décisions lors de situations critiques.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons développé un modèle qui offre la possibilité d'étudier une multitude de scénarios et qui permet de mieux aborder les problématiques de coordination entre partenaires de la chaîne logistique et de tirer des conclusions quant aux avantages de tel ou tel mécanisme de coordination.

Les scénarios envisagés par ce simulateur se rapportent à l'analyse des mécanismes de coordination standards, des mécanismes de coordination avec partage d'informations et des mécanismes de coordination avec *Vendor Managed Inventory (VMI)*. Notre contribution se situe dans le fait d'avoir analysé ces mécanismes sur des chaînes logistiques constituées de maillons de différentes efficacités.

L'un de nos objectifs était de fournir, aussi bien aux industriels qu'aux universitaires, un simulateur susceptible de tester différentes politiques de collaborations. En effet, le modèle de simulation présenté dans cette thèse peut être utilisé dans le domaine académique comme outil d'enseignement de la gestion des chaînes logistiques. Il constitue également un outil d'aide à la décision qui peut conforter les preneurs de décisions dans leur choix de collaborations et de mécanismes de coordination.

8.1.1 Impacts de l'efficacité des entreprises

Nous avons repris la classification des efficacités des entreprises réalisée dans les travaux de thèse de Essaid (Essaid, 2008). Cette classification répartissait les entreprises en quatre classes d'efficacité (A, B, C, D). Soixante-quatre configurations de chaînes logistiques sont obtenues par la combinaison de ces 4 classes d'efficacité sur une chaîne logistique de 3 entreprises. L'analyse de nos résultats a montré que ces 64 configurations de chaînes peuvent être groupées en trois catégories de performance : les chaînes logistiques de haute performance (catégorie 1), les chaînes logistiques de performance médiane (catégorie 2) et les chaînes logistiques de performance très dégradée (catégorie 3).

L'efficacité d'une entreprise a des répercussions sur toutes les autres entreprises, quelle que soit la position de cette entreprise. Ces résultats démontrent l'importance des interdépendances entre performance locale et performance globale. D'un point de vue systémique, une métaphore pourrait être faite avec le fonctionnement d'un organisme biologique : lorsqu'un membre est défaillant c'est tout l'organisme qui en souffre.

L'analyse des résultats de simulations a permis l'identification de collaborations intéressantes et d'autres à prohiber. En effet, nous avons trouvé que la classe d'efficacité de l'entreprise ainsi que sa position dans la chaîne logistique jouent un rôle important dans la performance globale de la chaîne. Ainsi, les entreprises en amont direct du client final doivent appartenir à une haute classe d'efficacité (A ou B) afin que la chaîne logistique soit performante. Par contre, placer deux entreprises de faible classe d'efficacité (C ou D) en amont du client final aboutit à la détérioration du profit de la chaîne logistique.

8.1.2 Impacts des mécanismes de coordination

Les mécanismes de partage d'informations ont eu pour conséquence d'augmenter les stocks de l'entreprise en amont direct du client final. Cette augmentation a permis d'améliorer le niveau de service du client final. Cependant, l'amélioration des performances obtenues par les mécanismes de partage d'informations est bien en dessous de celle souhaitée. En effet, les capacités de production limitées des entreprises n'ont pas permis de tirer profit de la disponibilité de l'information sur la demande finale.

La mise en place des mécanismes de coordination de type VMI ou VMIE a permis aux chaînes logistiques de réduire leurs coûts et leurs stocks totaux. La baisse des coûts de la chaîne logistique peut se répercuter sur les prix de vente du client final. Ce dernier pourra alors bénéficier à son tour de la mise en place de ce type de collaborations.

L'échelon le plus avantage par le VMI, en termes de profit, varie en fonction de la catégorie de la chaîne logistique. Pour les chaînes logistiques de catégorie de performance la plus élevée, c'est le client VMI qui a le plus bénéficié du VMI à travers une meilleure satisfaction du client final. Par contre, le fournisseur VMI a subi une réduction des profits due à l'augmentation de la fréquence des livraisons. Pour les autres catégories de performance de chaînes logistiques, les deux parties engagées dans le VMI ont bénéficié de l'amélioration de leurs profits avec une augmentation plus importante pour le fournisseur VMI.

Les avantages du VMI et du VMIE sont plus ressentis chez les chaînes logistiques de moindre performance. Ces mécanismes de coordination ont même permis aux chaînes logistiques de moindre catégorie d'améliorer leurs résultats et d'atteindre les niveaux de profits des catégories de meilleures performances. Cependant, en raison de la réduction des stocks, le taux de service et les retards ont été légèrement détériorés. Toutefois la réduction des coûts réalisée a quand même permis d'améliorer les profits des chaînes logistiques.

8.2 Implications managériales

Toute démarche scientifique requiert une méthodologie rigoureuse qui est souvent en dehors de la temporalité des projets de l'entreprise. En revanche il est d'un grand intérêt d'en tirer des bonnes pratiques de gestion, qui ont un potentiel direct d'applicabilité en entreprise. Ainsi, les implications managériales qui peuvent être tirées de cette thèse sont les suivantes :

- Le taux de service client final a dépendu des classes d'efficacité des entreprises qui constituent les chaînes logistiques plus qu'il n'a dépendu des mécanismes de coordination utilisés. De plus, nous avons observé que l'amélioration du taux de service était possible avec l'augmentation des heures de production ;
- Une entreprise en amont total de la chaîne logistique doit être consciente que si elle n'assure pas un bon niveau de service cela va se répercuter sur tous les membres en son aval. Elle doit avoir davantage de flexibilité dans son utilisation d'heures supplémentaires même si pour cela elle doit entrer en négociation avec ses clients afin d'arriver à trouver des stratégies gagnants-gagnants de type partage de revenus par exemple ;
- Dans la sélection des collaborations inter-entreprises, les managers doivent affecter la plus grande capacité de production à l'entreprise en amont total de la chaîne logistique. Cette recommandation est encore plus importante pour les chaînes logistiques dont les échelons sont de faible efficacité ;
- Les entreprises en amont direct du client final doivent être prudentes quant à la réduction de leurs stocks au risque d'affecter leur taux de service ;
- Le partage d'informations est utile pour les chaînes logistiques qui ont pour objectif d'améliorer les retards et le taux de service client final. Par contre pour les chaînes logistiques qui ont pour objectif de réduire les stocks, c'est le VMI qui est à conseiller ;
- Les entreprises doivent accorder une attention particulière aux accords concernant le paiement des pénalités. Il se peut qu'une entreprise se retrouve à payer des pénalités de retard ou de rupture alors que le premier responsable de cette défaillance n'est pas l'entreprise elle même mais plutôt le mode de gestion de son client.

8.3 Limites et perspectives

Le travail qui a été effectué comporte certaines limites. Pour commencer, le calcul des coûts que nous avons utilisé ne prenait pas en considération les investissements nécessaires à la mise en place des mécanismes de coordination. De plus, comme notre objectif était de permettre une analyse générale sur les coûts, plusieurs simplifications ont été choisies (égalité des coûts unitaires quelle que soit la position de l'entreprise et quelle que soit sa classe d'efficacité). Il serait intéressant de développer cet aspect. De plus, nous recommandons d'effectuer des analyses de sensibilité de l'apport des mécanismes de coordination par rapport à la variation des coûts unitaires des retards, des ventes perdues et des coûts de possession de stocks.

Une deuxième limite du modèle coïncide avec l'hypothèse retenue concernant la valeur maximale d'heures supplémentaires qui diminue lorsque la classe d'efficacité augmente. Même si cette contrainte présente une certaine cohérence et que le coût des heures supplémentaires a été intégré lors du calcul, il serait intéressant d'étudier l'effet d'hypothèses différentes.

Les résultats n'ont pas révélé de variations significatives entre le type de demande stable et variable. Une des raisons de ce résultat peut être expliquée par les hypothèses formulées. En effet, le type de demande a été simplifié, le moment de changement de période considéré comme déterministe, les prévisions sur la demande jugées parfaites. Il est possible de tester d'autres profils de demande qui supposent moins de simplifications.

Afin de développer le modèle, nous proposons de lui intégrer un programme d'optimisation pour le calcul des paramètres tels que les seuils de reapprovisionnement par exemple, et de tester d'autres politiques de gestion des stocks.

Une autre perspective serait d'intégrer le partage d'informations dans les décisions de planification de production. Par exemple, nous pouvons supposer qu'une entreprise, qui connaît la classe d'efficacité de son client ou de son fournisseur, peut décider d'ajuster ses seuils de reapprovisionnement de stock en conséquence.

Le calibrage des entreprises a été initialement réalisé de manière à répondre à un certain niveau de service. L'introduction du partage d'informations n'a pas réalisé les améliorations attendues compte tenu des contraintes de capacité de production très serrées. Il serait intéressant d'analyser l'apport du partage d'informations en fonction de la variation des capacités de production de chacune des quatre classes d'efficacité et de supposer, en plus, que le fournisseur initial a des contraintes de capacité de production.

Notre modèle a été préalablement construit pour pouvoir intégrer la prise en compte de la réduction du temps administratif qui résulte de l'intégration des ERP dans la mise en place du VMI. Notre modèle intègre également la possibilité d'avoir recours à un entrepôt avancé pour se rapprocher du client. Ainsi, conduire des campagnes de simulation avec la prise en considération de ces apports est très rapidement réalisable.

Arriver à intégrer le cas où les clients du VMI sont multiples est une perspective qui nécessite un développement plus profond du modèle de simulation. Elle permet toutefois d'intégrer un aspect important des avantages du VMI, à savoir, gérer les réapprovisionnements des clients en fonction des priorités de leurs besoins. Dans le cas multi-clients, il serait également possible d'étudier l'hypothèse où c'est le stock du donneur d'ordres VMI qui est transféré chez le fournisseur VMI.

Il conviendrait de modéliser des mécanismes plus développés de collaboration et d'échange d'informations tels que le CPFR (*Collaborative Planning and Forecasting Replenishment*). Ceci permettrait de comparer les mécanismes entre eux et de trouver ainsi les plus appropriés aux différentes configurations des chaînes logistiques.

Enfin, un apport intéressant du VMI consiste dans le fait que le fournisseur peut planifier ses livraisons de manière à optimiser ses tournées de véhicules. Pour ce faire, il est important de développer le modèle de transport que nous avons réalisé. L'étude de l'optimisation des transports et des kilomètres parcourus pourra répondre aux questions concernant les portées environnementales du VMI et du partage d'informations.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- Achabal, D., McIntyre, S., Smith, S. S., & Kalyanam, K. (2000). A decision support system for vendor managed inventory. *Journal of Retailing*, 76(4), 430-454.
- Aghazadeh, S. M. (2003). Going toward a better production by CPFR. *Journal of Academy of Business and Economics*, 2(1), 123-131.
- Agrawal, S., Sengupta, R. N., & Shanker, K. (2009). Impact of information sharing and lead time on bullwhip effect and on-hand inventory. *European Journal Of Operational Research*, 192, 576-593. doi:10.1016/j.ejor.2007.09.015
- Aichlmayr, M. (2003). Is CPFR worth the effort? *Chief Logistics Officer*, 2, 27-30.
- Akbari Jokar, M. R. (2001). *Sur la conception d'une chaîne logistique: une approche globale d'aide à la décision*. Ecole de Génie Industriel de Grenoble.
- Angulo, A., Nachtmann, H., & Waller, M. A. (2004). Supply Chain Information Sharing in a Vendor Managed Inventory Partnership. *Journal of Business Logistics*, 25(1), 101-120.
- Arda, Y. (2008). *Politiques d'approvisionnement dans les systèmes à plusieurs fournisseurs et optimisation des décisions dans les chaînes logistiques décentralisées*. Université de Toulouse.
- Arora, V., Chan, F. T. S., & Tiwari, M. K. (2010). An integrated approach for logistic and vendor managed inventory in supply chain. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 39-44.
- Aviv, Y. (2001). The effect of collaborative forecasting on supply chain performance. *Management Science*, 47, 1326-1443.
- Aviv, Y. (2002). Gaining benefits from joint forecasting and replenishment process: The case of auto-correlated demand. *Manufacturing and Service Operations Management*, 4(1), 55-74.
- Aviv, Y. (2007). On the Benefits of Collaborative Forecasting Partnerships Between Retailers and Manufacturers. *Management Science*, 53(5), 777-794. doi:10.1287/mnsc.1060.0654
- Aviv, Y., & Federgruen, A. (1998). The Operational Benefits of Information Sharing and Vendor Managed Inventory (VMI) Programs.
- Axsäter, S. (2001). A note on stock replenishment and shipment scheduling for vendor-managed inventory systems. *Management Science*, 47(9), 1306-1310.
- Baglin, G., & Bruel, O. (2001). *Management Industriel et Logistique* (Economica.).
- Baihaqi, I., & Beaumont, N. (2006). Information Sharing In Supply Chains: A Literature Review And Research Agenda Department Of Management Working Paper Series. *International Journal of Logistics Management*.

- Banali, M. (2005). *Une modélisation des liens de coopération et des trajectoires d'évolution des réseaux d'entreprises*. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et Université Jean Monnet.
- Banerjee, A., & Burton, J. S. (1994). production economics vs . independent inventory replenishment a vendor and multiple buyers policies for. *International journal of Production Economics*, 35, 215-222.
- Barrat, M. (2004). Unveiling Enablers and Inhibitors of Collaborative Planing. *International Journal of Logistics Management*, 15(1), 73-90.
- Barratt, M., & Oliveira, A. (2001). Exploring the experiences of collaborative planning initiatives. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(4), 266–289.
- Barua, A., Ravindran, S., & Whinston, A. B. (1997). Effective intra-organizational information exchange. *Journal of Information Science*, 23(3), 239–248.
- Beamon, Benita M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55(3), 281-294. doi:10.1016/S0925-5273(98)00079-6
- Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), 275-292.
- Bensmaine, A., Benyoucef, L., & Sari, Z. (2010). Simulation D'une Chaîne Logistique À Echelle Réelle sous Arena. *International Conference On Industrial Engineering and Manufacturing ICIEM'10* (pp. 1-8). Batna, Algeria.
- Bertazzi, L., Paletta, G., & Speranza, M. G. (2002). Deterministic Order-up-to Level Policies in an Inventory Routing Problem. *Transportation Science*, 36, 119–132.
- Bertazzi, Luca, Paletta, G., & Speranza, M. G. (2005). Minimizing the Total Cost in an Integrated Vendor-Managed Inventory System. *Journal of Heuristics*, 11, 393-419.
- Bhagwat, R., & Sharma, M. K. (2007). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. *Computers & Industrial Engineering*, 53, 43-62. doi:10.1016/j.cie.2007.04.001
- Bititci, U. S., Carrie, A. S., & McDevitt, L. (1997). Integrated Performance Measurement Systems: A Development Guide. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(6), 522-535.
- Bititci, U., Carrie, A., & Turner, T. (2002). *Integrated performance measurement systems: Structure and dynamics*. (C. U. P. Neely, A., Ed.) (Business P., pp. 174-197).
- Blackburn, J. D. (1991). *The Quick Response Movement in the Apparel Industry: A Case Study in Time-Compressing Supply Chain, in Time-Based Competition: The Next Battleground in American Manufacturing* (Irwin, Hom.).
- Blackhurst, J., Craighead, C. W., & Handfield, R. B. (2006). Towards supply chain collaboration: an operations audit of VMI initiatives in the electronics industry. *International Journal of Integrated Supply Management*, 2, 91-105.
- Blatherwick, A. (1998). Vendor-managed inventory: fashion fad or important supply chain strategy? *Supply Chain Management: An International Journal*, 3(1), 10-11.
- Bourland, K. E., Powell, S. G., & Pyke, D. F. (1996). Exploiting timely demand information to reduce inventories. *European Journal of Operational Research*, 92, 239-253.

- Bourne, M., Neely, A., Mills, J., & Platts, K. (2003). Implementing performance measurement systems: a literature review. *International Journal of Business Performance Management*, 5(1), 1-24.
- Brandes, T. (2007). Dynamic Vendor Managed Inventory. In IEEE (Ed.), *International Symposium on Logistics and Industrial Informatics* (pp. 17-18). Wildau, Germany.
- Brewer, A. M., Buton, K. J., & Hensher, D. A. (Eds.). (2001). *Handbook of Logistics And Supply Chain Management* (Elsevier.). Amsterdam - London - New York - Oxford - Paris - Shannon - Tokyo.
- Burlat, Patrick, & Boucher, X. (2003). Une Utilisation De La Théorie Des Sous-Ensembles Flous Pour Le Calcul D'indicateurs De Performance. *MOSIM*. Toulouse, France.
- Cachon, G. (2003). *Supply Chain Coordination with contracts*.
- Cachon, G P, & Fisher, M. (2000). Supply chain inventory management and the value of shared information. *Management Science*, 46(8), 1032-1049.
- Cachon, G., & Fisher, M. (1996). Campbell Soup's Continuous Replenishment Program: Evaluation and Enhanced Inventory Decision Rules. *Production and Operations Management*, 6(3), 266-276. Hong Kong University of Science and Technology.
- Cachon, Gerard P., & Lariviere, M. a. (2005). Supply Chain Coordination with Revenue-Sharing Contracts: Strengths and Limitations. *Management Science*, 51(1), 30-44. doi:10.1287/mnsc.1040.0215
- Cachon, Gérard P, & Fisher, M. (1997). Campbell Soup's continuous product replenishment program: evaluation and enhanced decision rules. *Production and Operations Management*, 8, 266-276.
- Cachon, Gérard. P. (2001). Stock wars: inventory competition in a two-echelon supply chain with multiple retailers. *Operations Research*, 49(5), 658-674.
- Cachon, Gérard. P., & Lariviere, M. A. (2001). Contracting to Assure Supply: How to Share Demand Forecasts in a Supply Chain. *Management Science*, 47(5), 629-646.
- Campbell, A. M., & Savelsbergh, M. W. P. (2004). A Decomposition Approach for the Inventory-Routing Problem. *Transportation Science*, 38(4), 488-502. doi:10.1287/trsc.1030.0054
- Cao, M., & Zhang, Q. (2010). Supply chain collaborative advantage: A firm's perspective. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 358-367. Elsevier. doi:10.1016/j.ijpe.2010.07.037
- Caulkins, J. P., Morrison, E. L., & Weidemann, T. (2005). Spreadsheet Errors and Decision Making: Evidence from Field Interviews. *Business*. Retrieved from <http://repository.cmu.edu/heinzworks/24>
- Cetinkaya, S., & Lee, C. Y. (2000). Stock replenishment and shipment scheduling for vendor-managed inventory systems. *Management Science*, 46(2), 217-232.
- Challener, C. (2000). Taking the VMI step to collaborative commerce. *Chemical Market Reporter* (Vol. 21, pp. 11-12). New York. Retrieved from <http://business.highbeam.com/4015/article-1G1-67588380/taking-vmi-step-collaborative-commerce>
- Chan, F T S. (2003). Performance Measurement in a Supply Chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 21, 534-548.

- Chan, Felix T.S., Chan, H. K., & Qi, H. J. (2006). A review of performance measurement systems for supply chain management. *International Journal of Business Performance Management*, 8(2/3), 110. doi:10.1504/IJBPM.2006.009032
- Chan, Hing Kai, & Chan, F. T. S. (2006). Early order completion contract approach to minimize the impact of demand uncertainty on supply chains. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2(1), 48-58.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2001). *Operations Management for Competitive Advantage* (9th ed.). New York.
- Chatfield, D. C., Kim, J. G., Harrison, T. P., & Hayya, J. C. (2004). The Bullwhip Effect - Impact of Stochastic Lead Time, Information Quality, and Information Sharing: A Simulation Study. *Production and Operations Management*, 13(4), 340 -353.
- Chatzipanagioti, M., Theodori, V., & Valshos, D. (2007). VMI modelling in global and electronic markets. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 3(3), 271-287.
- Chen, F. (1999). Decentralized supply chains subject to information delay. *Management Science*, 45(8), 1076–1090.
- Chen, Fangruo. (2003). *Information Sharing and Supply Chain Coordination*. (A. G. de Kok & S. C. Graves, Eds.) (Elsevier B., Vol. 11, pp. 341-421). USA.
- Chen, F., & Yu, B. (2005). Quantifying the value of leadtime information in a single-location inventory system. *Manufacturing and Service Operations Management*, 7(2), 144–151.
- Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times and information. *Management Science*, 46(3), 436–443.
- Chen, Fangruo. (1998). Echelon Reorder Points, Installation Reorder Points, and the Value of Centralized Demand Information. *Management Science*, 44(12), 221-234.
- Chen, Frank, Drezner, Z., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2000). Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead Times, and Information. *Management Science*, 46(3), 436-443. doi:10.1287/mnsc.46.3.436.12069
- Chen, M.-C., Yang, T., & Yen, C.-T. (2007). Investigating the value of information sharing in multi-echelon supply chains. *Media*. doi:10.1007/s11135-007-9086-2
- Chen, X., Hao, G., Li, X., & Fai Cedric Yiu, K. (2011). The impact of demand variability and transshipment on vendor's distribution policies under vendor managed inventory strategy. *International Journal of Production Economics*, 1-7. Elsevier. doi:10.1016/j.ijpe.2011.05.005
- Childerhouse, P., & Towill, D. R. (2000). Engineering supply chain to match customer requirements. *Logistics Information Management*, 13(6), 337–345.
- Choi, K.-seok, Dai, J. G., & Song, J.-sheng. (2004). On Measuring Supplier Performance Under Vendor-Managed-Inventory Programs in Capacitated Supply Chains. *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(1), 53-72. doi:10.1287/msom.1030.0029
- Chopra, S., & Meindl, P. (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, Operation* (first ed.). Upper Saddle River.
- Christopher, M. (1992). *Logistics and Supply Chain Management* (Pitman Pub.). London.

- Christopher, Martin. (2000). The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 37-44.
- Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: creating value-adding networks* (FT Prentic.). London.
- Chu, W H J, & Lee, C. C. (2006). Strategic information sharing in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 174, 1567-1579.
- Claassen, M. J. T., Weele, A. J. V., & Raaij, E. M. V. (2008). Performance outcomes and success factors of vendor managed inventory (VMI). *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(6), 406-414. doi:10.1108/13598540810905660
- Clark, F. E. (1921). Criteria of marketing efficiency. *American Economic Review*, 11(2), 214-231.
- Clark, Theodore H., & Hammond, J. H. (1997). Reengineering Channel Reordering Processes to Improve Total Supply Chain Performance. *Production and Operations Management*, 6(3), 248-265.
- Clark, T. H., & McKenney, J. L. (1994). *Campbell Soup Company: a leader in continuous replenishment innovations* (Harvard Bu.). Harvard University, Cambridge.
- Clemons, E. K., Reddi, S., & Row, M. (1993). The Impact of Information Technology on the Organization of Economic Activity: The "Move to the Middle" Hypothesis. *Journal of Management Information Systems*, 10(2), 9-36.
- Cook, T. J., Vansant, J., Stewart, L., & Adrian, J. (1995). Performance measurement: lessons learned for development management. *World Development*, 23(8), 1303-1315.
- Cooke, J. A. (1998). VMI: very mixed impact? *Logistics Management & Distribution Report*, 37(12), 51-53.
- Cooper, M.C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1-14.
- Cooray, S., & Ratnatunga, J. (2001). Buyer-Supplier Relationships: A Case Study of a Japanese and Western Alliance. *Long Range Planning*, 34(2001), 727-740.
- Copilotes. (2004). *Etude des simulateurs pédagogique pour la supply chain*.
- Costa Affonso, R. (2008). *Proposition d'un cadre de modélisation pour la coordination d'entreprises dans la chaîne logistique*. Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Cotrill, K. (1997). Reforging the supply chain. *Journal of Business Strategy*, 18(6), 35-39.
- Council, S. C. (1996). No Title. <http://www.supply-chain.org>. Retrieved from
- Crawford, F. (1994). Efficient consumer responses. *Food Processing*, 55(2), 34-42.
- Croom, S., Romano, P., & Giannakis, M. (2000). Supply chain management: an analytical framework for critical literature review. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6, 67-83.
- Croson, R., & Donohue, K. (2002). Experimental Economics and Supply-Chain Management. *Interfaces*, 32(5), 74-82.
- Cross, K. F., & Lynch, R. L. (1989). The SMART way to define and sustain success. *National Production Review*, 8(1), 23-33.

- Danese, P. (2004). Beyond vendor managed inventory: The Glaxosmithkline case. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 5(2), 32–39.
- Danese, Pamela. (2006). The extended VMI for coordinating the whole supply network. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(7), 888-907.
- Datalliance. (n.d.). *Business Results of Vendor Managed Inventory*. Cincinnati. Retrieved from http://www.datalliance.com/business_results_vmi.pdf
- Daugherty, J. P., Myers, B. M., & Autry, W. C. (1999). Automatic replenishment programs: An empirical examination. *Journal of Business Logistics*, 20(2), 63-82.
- Davenport, T. (1994). Saving IT's soul: human centered information management. *Harvard Business Review*, 72(2), 119–131.
- Davenport, T. ., & Short., J. E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, 31(4), 11-27.
- De Souza, R., Song, Z. C., & Liu, C. Y. (2000). Supply chain dynamics and optimization. *Integrated Manufacturing Systems*, 11, 348-364.
- DeCroix, G. A., & Mookerjee, V. S. (1997). Purchasing demand information in a stochastic-demand inventory system. *European Journal of Operational Research*, 102(1), 36-57. doi:10.1016/S0377-2217(96)00224-X
- Deakins, E., Dorling, K., & Scott, J. (2008). Determinants of successful vendor managed inventory practice in oligopoly industries. *International Journal of Integrated Supply Management*, 4(3/4), 355-377.
- Dejonckheere, J. S., Disney, M., Lambrecht, M. R., & Towill, D. R. (2004). The impact of information enrichment on the Bullwhip Effect in supply chains: A control theoretic approach. *European Journal of Operations Research*, 153(3), 727–750.
- Dejonckheere, J., Disney, S. M., Lambrecht, M., & Towill, D. R. (2003). Measuring and avoiding the bullwhip effect: a control theoretic approach. *European Journal of Operational Research*, 147(3), 567–590.
- Deming, W. E. (1982). *Quality, productivity, and competitive position*. (C. for A. E. S. Massachusetts Institute of Technology, Ed.).
- Derrouiche, Ridha. (2007). *Analyse et caractérisation des relations dyadiques entre partenaires d'une chaîne logistique*. L'Université Lumière– Lyon II.
- Derrouiche, R., Neubert, G., & Bouras, a. (2008). Supply chain management: a framework to characterize the collaborative strategies. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21(4), 426-439. doi:10.1080/09511920701574461
- Ding, H., Guo, B., & Liu, Z. (2010). Information Sharing and Profit Allotment Based on Supply Chain Cooperation. *International Journal of Production Economics*. Elsevier. doi:10.1016/j.ijpe.2010.06.015
- Disney, S M, & Towill, D. R. (2003a). The effect of vendor managed inventory (VMI) dynamics on the Bullwhip Effect in supply chains. *International Journal of Production Economics*, 85(2), 199-215.
- Disney, S M, & Towill, D. R. (2003b). Vendor-managed inventory and bullwhip reduction in a two level supply chain. *International Journal of Operations and Production Management*, 23(6), 625-651.

- Disney, S.M., Naim, M. M., & Potter, A. (2004). Assessing the impact of e-business on supply chain dynamics. *International Journal of Production Economics*, 89(2), 109-118.
- Dixon, J. R., Nanni, A. J., & Vollmann, T. E. (1990). *The New Performance Challenge – Measuring Operation for World-Class Competition* (Dow Jones-.). Homewood, USA.
- Dobson, G., & Pinker, J. (2006). The value of sharing lead time information. *IIE Transactions*, 38, 171-183.
- Dominguez, H., & Lashkari, R. S. (2004). Model for integrating the supply chain of an appliance company: a value of information approach. *International Journal of Production Research*, 42(11), 2113-2140.
- Dong, Y., & Xu, K. (2002). A supply chain model of vendor managed inventory. *Transportation Research*, 38(2), 75-95.
- Dong, Y., Xu, K., & Dresner, M. (2007). Environmental determinants of VMI adoption: An exploratory analysis. *Transportation Research*, 43, 355-369. doi:10.1016/j.tre.2006.01.004
- Duvallet, J., Faghiri, P., & Llerena, D. (2005). Actions Sur Le Marche Final Et Partage d'informations Dans Une Chaine Logistique. *6e Congrès international de génie industriel* (Vol. 33). Desançon (France).
- D'Amours, S., Montreuil, B., Lefranc, P., & Soumis, F. (1999). Networked manufacturing: The impact of information sharing. *International Journal of Production Economics*, 58, 63-79.
- Ellinger, A. E., Taylor, J. C., & Daugherty, P. J. (1999). Automatic Replenishment Programs and Level of Involvement: Performance Implications. *International Journal of Logistics Management*, 10(1), 25-35.
- Elvander, M. S., Sarpola, S., & Mattsson, S.-A. (2007). Framework for characterizing the design of VMI systems. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(10), 782-798. doi:10.1108/09600030710848914
- Emigh, J. (1999). Vendor-managed inventory. *Computerworld*, 33(34).
- Erard, P. J., & Déguénon, P. (1996). *Simulation par événements discrets*. (P. P. et U. R. (PPUR), Ed.).
- Essaid, M. (2008). *Modélisation et simulation de la connectivité des flux dans les réseaux d'entreprises*. Ecole des Mines de Saint Etienne.
- Evans, J. R., & Olson, D. L. (1998). *Introduction to Simulation and Risk Analysis* (Prentice-H.). Upper Saddle River.
- Felice De Toni, A., & Zamolo, E. (2005). From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: A case study from the household electrical appliances sector. *Int. J. Production Economics*, 96, 63-79. doi:10.1016/j.ijpe.2004.03.003
- Feng, W., & Zhijun, T. (2008). Application of VMI in Supply Chain of Automobile Spare Parts. *IEEE*.
- Ferguson, M., & Ketzenberg, M. E. (2006). Information sharing to improve retail product freshness of perishables. *Production and Operations Management*, 15(1), 57-73.
- Fiala, P. (2005). Information sharing in supply chains. *Omega-International Journal of Management Science*, 33(5), 419-423.

- Fiddis, C. (1997). *Manufacturer-Retailer Relationships in the Food and Drink Industry: Strategies and Tactics in the Battle for Power* (Financial). London, UK.
- Fisher, M L, Hammond, J. H., Obermeyer, W. R., & Raman, A. (1994). Making supply meet demand in an uncertain world. *Harvard Business Review*, Vol. 72, Iss., 3pp, 83-93.
- Fisher, Marshall L. (1997). What is the Right Supply Chain for Your Product? *Harvard Business Review*, 105-116.
- Fitzgerald, L., Johnston, R., Brignall, T. J., Silvestro, R., & Voss, C. (1991). *Performance Measurement in Service Businesses*. (C. I. of M. Accountants, Ed.). London.
- Fleisch, S. G., & Powell, E. (2001). The Value of Information Integration in Meeting Delivery Dates. *Journal of Organizational Computing & Electronic Commerce*, 11(1).
- Fliedner, G. (2003). CPFR: An emerging supply chain tool. *Industrial Management & Data Systems*, 103(1), 14-21.
- Foote, P. S., & Krishnamurthi, M. (2001). Forecasting using data warehousing model: Wal-Mart's experience. *The Journal of Business Forecasting Methods and Systems*, 20(3), 13-17.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics* (MIT Press.). Cambridge.
- Forrester, J. W. (1958). Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. *Harvard Business Review*, 36(4), 37-66.
- Fox, M. L. (1996). Integrating vendor-managed inventory into supply chain decision-making. *APICS* 39th.
- François, J. (2007). *Planification des chaînes logistiques: Modélisation du système décisionnel et performance*. Université de Bordeaux 1.
- Fraza, V. (1998). Streamlining the Channel. *Industrial Distribution*, 87(9), 73-74.
- Fry, M., Kapuscinski, R., & Lennon Olsen, T. (2001). Coordinating Production and Delivery Under a (z,Z)-Type Vendor-Managed Inventory Contract. *Manufacturing & Service Operations Management*, 3(2), 151-173.
- Galasso, F. (2007). *Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande flexible*. Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Gamble, R. H. (1994). Curse of consignment sales: carrying customers' inventory weighs down cash flow. *Corporate Cash Flow*, 15(10), 30-32.
- Gandhi, U. (2003). *Vendor Managed Inventory: A New Approach To Supply Chain Management*.
- Gavirneni, S. (2002). Information Flows in Capacitated Supply Chains with Fixed Ordering Costs. *Management Science*, 48(5), 644-651.
- Gavirneni, S., Kapuscinski, R., & Tayur, S. (1999). Value of information in capacitated supply chains. *Management Science*, 45(1), 16-24.
- Geary, S., Disney, S. M., & Towill, D. R. (2006). On bullwhip in supply chains - historical review, present practice and expected future impact. *International Journal of Production Economics*, 101, 2-18. doi:10.1016/j.ijpe.2005.05.009
- Genin, P., Thomas, A., & Lamouri, S. (2007). How to manage robust tactical planning with an APS (Advanced Planning Systems). *Journal of Intelligent Manufacturing*, 18(2), 209-221.

- Gerber, N. (1991). Objective comparisons of consignment, just-in-time, and stockless. *Hospital materiel management quarterly*, 13(1), 10-17. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10111699>
- Ghalayinin, A. M., Noble, J. S., & Crowe, T. J. (1997). An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness. *International Journal of Production Economics*, 48, 207-225.
- Giannoccaro, I., & Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts. *International Journal of production economics*, 89, 131-139. doi:10.1016/S0925-5273(03)00047-1
- Giard, V. (2003). *Gestion De La Production Et Des Flux* (Economica.).
- Giard, V., & Mendy, G. (2006). Exploitation of the knowledge of the final demand in the piloting of a logistics chain. *First International Conference on Information Systems, Logistics And Supply Chain*. Lyon, France.
- Giard, V., & Mendy, G. (2008). Scheduling coordination in a supply chain using advance demand information. *Production Planning & Control*, 19(7), 655-667. doi:10.1080/09537280802573312
- Globerson, S. (1985). Issues in Developing a Performance Criteria System for an Organization. *International Journal of Production Research*, 23(4), 639-646.
- Gnanasekaran, N. (2000). Vendor Managed Inventory-Term Paper.
- Goldratt, E. M. (1990). *The Haystack Syndrome*. North River Press (North Rive., Vol. 18). New York, USA.
- Gomes, C. F., Yasin, M. M., & Lisboa, J. V. (2004). A literature review of manufacturing performance measures and measurement in an organizational context: a framework and direction for future research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(6), 511-530.
- Govil, M., & Proth, J. (2002). *supply chain design and management: Strategic and tactical perspectives* (Academic P.). USA.
- Grabot, B. (2002). The Dark Side Of The Moon: Some Lessons From Difficult Implementations Of Erp Systems. *IFAC*. Barcelona, Spain.
- Graves, Stephen C. (1996). A multiechelon inventory model with fixed replenishment intervals. *Management Science*, 42(1), 1-18.
- Grean, M., & Shaw, M. J. (2000). Supply-Chain Integration through Information Sharing: Channel Partnership between Wal-Mart and Procter & Gamble, 1-21.
- Gröning, A., & Holma, H. (2007). *Vendor Managed Inventory: Preparation for an implementation of a pilot project and guidance for an upcoming evaluation at Volvo Trucks in Umea*. Control. Lulea University of Technology.
- Gunasekaran, A. (2001). Performance measures and metrics in a supply chain environment. *International Journal*, 21(1), 71-87.
- Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333-347. doi:10.1016/j.ijpe.2003.08.003
- Gurbuz, M. C., Moinzadeh, K., & Zhou, Y.-pin. (2006). Coordinated Replenishment Strategies in Inventory / Distribution Systems. *Business*.

- Halley, A., Bigras, Y., & Collin, J. (1999). L'intégration de la chaîne d'approvisionnement en contexte d'impartition en réseau: d'une stratégie transport à l'intégration des cycles.
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Le reengineering. Réinventer l'entreprise pour une amélioration spectaculaire de ses performances*. (Dunod.). Paris.
- Hammond, J.H. (2008). Barilla SpA (A).
- Handfield, R., & Nichols, Jr., E. (2002). *Supply Chain Redesign: Transforming Supply Chains into Integrated Value Systems* (Prentice H.). Upper Saddle River, New Jersey.
- Hansen, R. C. (2001). *Overall equipment effectiveness*. Industrial Press.
- Hansen, W. C. (1991). The Integrated Enterprise. In *Foundations of World-Class Manufacturing Systems. Symposium Papers. National Academy of Engineering*. Consortium Ave, N.W., Washington.
- Harrington, H. J. (1991). *Business Process Improvement* (McGraw-Hil.). New York.
- Hausman, W. (2003). "Supply Chain Performance Measures", in *The Practice of Supply Chain Management* (C. Billing.).
- Heard, E. (1994). Quick response: technology or knowledge. *Industrial Engineering*, 28-30.
- Henningsson, E., & Lindén, T. (2005). *Vendor Managed Inventory: Enlightening Benefits and Negative Effects of VMI for Ikea and its Suppliers*. *Change*. Luleå University of Technology.
- Hines, P., Lamming, R., Jones, D., Cousins, P., & Rich, N. (2000). *Value Stream Management: Strategy and Excellence in the Supply Chain* (Financial). Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Holmberg, S. (2000). A systems perspective on supply chain measurements. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 20(10), 847-868.
- Holmström, Jan, Främling, K., Riikka, K., & Saranen, J. (1998). Collaborative planning forecasting and replenishment: new solutions needed for mass collaboration. *Supply Chain Management*, 1998(3), 136-145. doi:10.1108/13598540210436595
- Holmström, Jan. (1998). Business process innovation in the supply chain - a case study of implementing vendor managed inventory. *Supply Chain Management*, 4, 127-131.
- Holweg, M., Disney, S., Holmström, J., & Småros, J. (2005). Supply Chain Collaboration: Making Sense of the Strategy Continuum. *European Management Journal*, 232(2), 170-181.
- Hon, K. (2005). Performance and Evaluation of Manufacturing Systems. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 54(2), 139-154. doi:10.1016/S0007-8506(07)60023-7
- Hsiao, Y.-cheng. (2008). Integrated logistic and inventory model for a two-stage supply chain controlled by the reorder and shipping points with sharing information. *International Journal of Production Economics*, 115, 229-235. doi:10.1016/j.ijpe.2008.06.004
- Huaizhen, Y., Lei, L., & Chaoqin, S. (2010). Study on Win-win Conditions of All Participants under VMI Mode of Upstream Lay. *Ninth International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering and Science* (pp. 387-391). IEEE. doi:10.1109/DCABES.2010.84
- Huang, B., & Iravani, S. M. R. (2006). Optimal production and rationing decisions in supply chains with information sharing. *Operations Research Letters*, 35(5), 669-676.

- Huang, G., Lau, J., & Mak, K. L. (2003). The impacts of sharing production information on supply chain dynamics: A review of the literature. *International Journal of Production Research*, 41(7), 1483-1517. doi:10.1080/0020754031000069625
- Huang, Z., & Gangopadhyay, A. (2004). A Simulation Study of Supply Chain Management to Measure the Impact of Information Sharing. *Information Resources Management*, 17(3), 20-22.
- Imai, M. (1989). *Kaizen: La clé de la compétitivité japonaise* (EYROLLES.).
- Intentia. (2001). *Continuous Replenishment Program & Vendor Managed Inventory*. *Supply Management*.
- Ireland, R., & Bruce, R. (2000). CPFR Only the begining of collaboration. *Supply Chain Management Review*, 4, 80-87.
- Jain, C. L. (1994). Ready or not, here comes vendor-managed inventory. *Journal of Business Forecasting Methods and Systems*, 13(2).
- Jarugumilli, S., & Grasman, S. E. (2007). RFID-enabled inventory routing problems. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 10(1), 92–105.
- Johnson, M. (1999). Collaboration Data Modeling: CPFR Implementation Guidelines. *Logistics Management*, 02142(617).
- Johnson, M. E., & Scudder, G. (1999). Supporting Quick Response Through Scheduling of Make-to-Stock Production/Inventory Systems. *Decision Sciences*, 30(2), 441-467. doi:10.1111/j.1540-5915.1999.tb01617.x
- Jung, S., Chang, T.-woo, Sim, E., & Park, J. (2005). Vendor Managed Inventory and Its Effect in the Supply Chain. *Systems Modeling and Simulation: Theory and Applications*, 3398, 545-552.
- Kaipia, R, Holmström, J., & Tanskanen, K. (2002). What are you losing if you let your customer place orders. *Production Planning and Control*, 13(1), 17-25.
- Kaipia, Riika, & Tanskanen, K. (2003). Vendor managed category management - an outsourcing solution in retailing. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 165-175. doi:10.1016/S1478-4092(03)00009-8
- Kaminsky, Philip, & Simchi-Levi, D. (1998). A New Computerized Beer Game: A Tool for Teaching the Value of Integrated Supply Chain Management. *Technology and Operations Management*, 216–225.
- Kanda, A. A., & Deshmukh, S. G. (2008). Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 316- 335. doi:10.1016/j.ijpe.2008.05.011
- Kaplan, R., & Norton, D. (1992). The balanced scorecard: Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71-99.
- Kauffman, R. J., & Mohtadi, H. (2009). Information sharing and strategic signaling in supply chains. *Journal of System Science System Engineering*, 18(Jun), 129-158. doi:10.1007/s11518-009-5105-2
- Kauremaa, J., Smaros, J., & Holmström, J. (2007). Empirical Evaluation Of Vmi: Two Ways To Benefit. *The 19th annual NOFOMA Conference*. doi:10.1371/journal.pone.0009921
- Kearney, A. T. (1985). *Measuring and improving productivity in physical distribution*.

- Keegan, D. R., Eiler, R. G., & Jones, C. R. (1989). Are your performance measures obsolete? *Management Accounting*, 70, 45-50.
- Kelepouris, T., Miliotis, P., & Pramataris, K. (2008). The impact of replenishment parameters and information sharing on the bullwhip effect: A computational study. *Computers & Operations Research*, 35(11), 3657-3670.
- Kelle, P., & Akbulut, A. (2005b). The role of ERP tools in the supply chain information sharing, cooperation, and cost optimization. *International Journal of Production Economics*, 93-94, 41-52.
- Kelton, W., Sadowski, R., & Swets, N. (2002). *Simulation with Arena*.
- Kettinger, W. J., Teng, J. T. C., & Guha, S. (1997). Business Process Change: A Study of Methodologies, Techniques, and Tools. *MIS Quarterly*, 21(1), 55-80. doi:10.2307/249742
- Ketzenberg, M. E., Rosenzweig, E. D., Marucheck, A. E., & Metters, R. D. (2007). A framework for the value of information in inventory replenishment. *European Journal of Operational Research*, 182, 1230-1250.
- Kiesmüller, G. P., & Broekmeulen, R. A. C. M. (2010). The benefit of VMI strategies in a stochastic multi-product serial two echelon system. *Computers & Operations Research*, 37, 406-416. doi:10.1016/j.cor.2009.06.013
- Kim, B., & Park, C. (2010). Coordinating decisions by supply chain partners in a vendor-managed inventory relationship. *Journal of Manufacturing Systems*, 29(2-3), 71-80. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.jmsy.2010.09.002
- Kimbrough, S. O., Wu, D., & Zhong, F. (2000). *Beer Game Computers Play: Can Artificial Agents Manage Supply Chain? North*.
- Kleijnen, J P C, & Smits, M. T. (2003). Performance metrics in supply chain management. *Journal of the Operational Research Society*, 5(0), 1-8.
- Kleijnen, Jack P. C. (2005). Supply chain simulation tools and techniques: a survey. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 1(1), 82-89.
- Kleywegt, A. J., Nori, V. S., & Savelsbergh, M. W. P. (2004). Dynamic programming approximations for a stochastic inventory routing problem. *Transportation Science*, 38, 42-70.
- Kraiselburd, S., Narayanan, V. G., & Raman, A. (2004). Contracting in a Supply Chain with Stochastic Demand and Substitute Products. *Production and Operations Management*, 13(1), 46-62.
- Kueng, P. (2000). Process performance measurement system: a tool to support process-based organizations. *Total Quality Management*, 11(&), 67-85.
- Kuk, G. (2004). Effectiveness of vendor-managed inventory in the electronics industry: determinants and outcomes. *Information and Management*, 41(5), 645-654.
- Kulp, S. C., Lee, H. . L., & Ofek, E. (2004). Manufacturer benefits from information integration with retail customers. *Management Science*, 50(4), 431-444.
- Kulp, Susan Cohen. (2002). The Effect of Information Precision and Information Reliability on Manufacturer- Retailer Relationships. *The Accounting Review*, 77(3), 653-677. doi:10.2308/accr.2002.77.3.653

- Kumar, S., & Kropp, J. (2006). Studying the operational efficiencies of a multi-product supply chain using excel spreadsheet model. *Technovation*, 26, 1186-1200. doi:10.1016/j.technovation.2005.08.001
- Kwak, C., Choi, J. S., Kim, C. O., & Kwon, I.-hyun. (2009). Situation reactive approach to Vendor Managed Inventory problem. *Expert Systems with Applications*, 36, 9039-9045. doi:10.1016/j.eswa.2008.12.018
- Kärkkäinen, M., & Holmström, J. (2002). Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customisation and information sharing. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(4), 242-252. doi:10.1108/13598540210438971
- Lambert, D M, Cooper, M. C., & Pagh, J. D. (1998). Supply chain management: Implementation issues and research opportunities. *International Journal of Logistics Management*, 9(2), 1-19.
- Lambert, D.M., & Pohlen, T. L. (2001). Supply Chain Metrics. *The International Journal of Logistics Management*, 12(1), 1-19.
- Lambert, Douglas M, & Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Supply Chain Management*, 83, 65-83.
- Lamothe, J., Mahmoudi, J., & Thierry, C. (2007). Cooperation to Reduce Risk in a Telecom Supply Chain. *Supply Chain Forum: an International Journal*, 8(2). BEM - Bordeaux Management School.
- Lapide, L. (2001). New Developments in Business Forecasting. *Journal of Business Forecasting Methods and Systems*, 20(4).
- Lapide, L. (2002). VMI can be good for your forecasting health. *Journal of Business Forecasting Methods and Systems*, 20(4), 11-14.
- Latamore, G. B. (1999). Customers, suppliers drawing closer through VMI. *APICS - The Performance Advantage*, 12(7), 22-25.
- Lau, J. S. K., Huang, G. Q., & Mak, K. L. (2002). Web-based simulation portal for investigating impacts of sharing production information on supply chain dynamics from the perspective of inventory allocation. *Integrated Manufacturing System*, 13(5), 345-358.
- Lebas, M. J. (1995). Performance measurement and performance management. *International Journal of Production Economics*, 41, 23-35.
- Lee, Ching Chyi, & Chu, W. H. J. (2005). Who should control inventory in a supply chain? *European Journal of Operational Research*, 164(1), 158-172. doi:10.1016/j.ejor.2003.11.009
- Lee, H. L. (2000). Creating Value through Supply Chain Integration. *Supply Chain Management Review*, 4(4), 30-36.
- Lee, H. L., & Whang, S. (2000). Information Sharing in a Supply Chain. *International Journal of Technology Management*, 20(3/4), 373-387.
- Lee, H., & Whang, S. (1999). Decentralized Multi-Echelon Supply Chains: Incentives and Information. *Management Science*, 45(5), 633-640. doi:10.1287/mnsc.45.5.633
- Lee, H., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 43(4), 546-558.

- Lee, Hau L, & Billington, C. (1993). Material Management In Decentralized Supply Chains. *Operations Research*, 41(5), 835-847.
- Lee, Hau L, & Whang, S. (1999). Decentralized multi-echelon inventory control systems: Incentives and information. *Management Science*, 45(5), 633–640.
- Lee, Hau L, Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The Bullwhip Effect In Supply Chains. *Sloan Management Review*, 38(3), 93-102.
- Lee, Hau L., & Whang, S. (1998). Information Sharing in a Supply Chain. Stanford University.
- Lee, Hau L., So, K. C., & Tang, C. S. (2000). The Value of Information Sharing in a Two-Level Supply Chain. *Management Science*, 46(5), 626-643. doi:10.1287/mnsc.46.5.626.12047
- Lehtonen, J.-M., Småros, J., & Holmström, J. (2005). The effect of demand visibility in product introductions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(2), 101-115. doi:10.1108/09600030510590291
- Li, J., Shaw, M. J., Sikora, R. T., Tan, G. W., & Yang, R. (2001). The Effects of Information Sharing Strategies on Supply Chain Performance. USA.
- Li, S. H., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., & Rao, S. S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega-International Journal of Management Science*, 34(2), 107-124.
- Lin, K.-ping, Chang, P.-teng, Hung, K.-chen, & Pai, P.-feng. (2010). A simulation of vendor managed inventory dynamics using fuzzy arithmetic operations with genetic algorithms. *Expert Systems with Applications*, 37, 2571-2579. doi:10.1016/j.eswa.2009.08.020
- Liu, Jun, Lu, Q., & Shi, K. (2008). Improving and Evaluating Various Models with Vendor-managed Inventory. *IEEE*, 1395-1400.
- Liu, R., & Kumar, A. (2009). Leveraging information sharing to configure supply chains. *Information Systems Frontiers*. doi:10.1007/s10796-009-9222-8
- Lo, C. K. Y., Yeung, A. C. L., & Cheng, T. C. E. (2009). ISO 9000 and supply chain efficiency: Empirical evidence on inventory and account receivable days. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 367-374. doi:10.1016/j.ijpe.2008.11.010
- Lovejoy, W. S. (1998). Integrated Operations: a proposal for operations Management teaching and research. *Production and Operations Management*, 7(2), 106-124.
- Lummus, R. R., & Vokurka, R. J. (1999). Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. *Industrial Management and Data Systems*, 99(1), 11–17.
- Lysons, K., & Gillingham, M. (2003). *Purchasing and Supply Chain Management* (6th ed.). Prentice Hall.
- Magee, J. (1958). *Production planning and inventory control* (McGraw Hil.). New York, USA.
- Malhotra, A., Gosain, S., & ElSawy, O. A. (2005). Absorptive capacity configurations in supply chains: gearing for partner-enabled market knowledge creation. *MIS Quarterly*, 29(1), 145-187.
- Malone, T., & Crowston, K. (1994). The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys*, 26(1), 87-119.

- Mangione, F., Rouibi, S., & Cung, V.-dat. (2008). Sélection multicritère dynamique du fournisseur en vue d'une coordination dans une chaîne logistique. *7^e Conférence Francophone de MOdélisation et SIMulation - MOSIM'08* -. Paris, France.
- Maria, A. (1997). Introduction to modeling and simulation. *Winter Simulation Conference* (pp. 7-13).
- Marquès, G., Lamothe, J., Thierry, C., & Gourc, D. (2009). A supply chain performance analysis of a pull inspired supply strategy faced to demand uncertainties. *Journal of Intelligent Manufacturing*. doi:10.1007/s10845-009-0337-z
- Marquès, G., Thierry, C., Lamothe, J., & Gourc, D. (2010). A review of Vendor Managed Inventory (VMI): from concept to processes. *Production Planning and Control*, 21(6), 547-561.
- Mason-Jones, R., & Towill, D. R. (1997). Information enrichment: Designing the supply chain for competitive advantage. *Supply Chain Management*, 2(4), 137–149.
- Mason-jones, R., & Towill, D. R. (2000). Coping with Uncertainty: Reducing ” Bullwhip ” Behaviour in Global Supply Chains. *Supply Chain Forum*, 1(1), 40-45.
- McCarthy, T., & Golicic, S. (2002). Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(6), 431-454.
- McCormack, K. (1998). What Supply Chain Management Practices Relate to Superior Performance? Boston, MA.
- McCullen, P., & Towill, D. R. (2000). Practical ways of reducing bullwhip: The case of Glosuch global supply chain. *IOM Control*, 27(1), 24–30.
- Mcbeath, B. (2003). *The Truth about VMI Revelations and Recommendations from the 2003 ESCA-Chain Link Research Study on VMI in the High Tech Supply Chain*.
- Medori, D., & Steeple, D. (2000). A framework for auditing and enhancing performance measurement systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(5), 520-533.
- Mehrabikoushki, A. (2008a). *Partage d'informations dans la chaîne logistique Evaluation des impacts sur la performance d'une chaîne logistique des modes de collaboration mis en œuvre entre les partenaires et des informations échangées*. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- Mentzer, J. T. (2004). *Fundamentals of Supply Chain Management: Twelve Drivers for Competitive Advantage* (Sage Publi.). Thousand Oaks.
- Mentzer, John T, & Ponsford Konrad, B. (1991). An Efficiency/Effectiveness Approach to Logistics Performance Analysis. *Journal of Business Logistics*, 12(1).
- Mentzer, John T, Keebler, J. S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining the supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- Mentzer, J.T., Foggin, J. H., & Golicic, S. L. (2000). Collaboration: the enablers, impediments, and benefits. *Supply Chain Management Review*, 5(6), 52–58.
- Merkuryev, Y. A., Petuhova, J. J., Landeghem, R. V., & Vansteenkiste, S. (2002). Simulation-based analysis of the bullwhip effect under different information sharing strategies. *Proceedings of the 14th European Simulation Symposium* (pp. 294-299). Citeseer.

- Metters, R. (1997a). Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of Operations Management*, 15(2), 89–100.
- Micheau, V. A. (2005). How Boeing and Alcoa implemented a successful vendor managed inventory program. *Journal of Business Forecasting*, 24(1), 17–19.
- Mintzberg, H. (1982). *Structure de dynamique des organisations* (Édition d').
- Mishra, B. K., & Raghunathan, S. (2004). Retailer- vs. Vendor-Managed Inventory and Brand Competition. *Management Science*, 50(4), 445–457. doi:10.1287/mnsc.1030.0174
- Mitra, S., & Chatterjee, A. K. (2004). Leveraging Information in Multi-Echelon Inventory Systems. *European Journal of Operational Research*, 152(1), 263–280.
- Monden, Y. (1993). *Toyota Management System* (Productivi.).
- Moran, P., & Ghoshal, S. (1999). Markets, firms and the process of economic development. *Academic Management Review*, 24(2), 390–412.
- Mouzas, S. (2006). Efficiency versus effectiveness in business networks. *Journal of Business Research*, 59(10-11), 1124–1132. doi:10.1016/j.jbusres.2006.09.018
- Moyaux, T., Chaib-draa, B., & D'Amours, S. (2003). Multi-Agent Coordination Based on Tokens: Reduction of the Bullwhip Effect in a Forest Supply Chain. *Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS)* (pp. 670–677). Melbourne.
- Moyaux, Thierry. (2004). *Design, simulation and analysis of collaborative strategies in multi-agent systems: The case of supply chain management*. Université Laval.
- Moyaux, Thierry, Chaib-draa, B., & Amours, S. D. (2006). Information Sharing as a Coordination Mechanism for Reducing the Bullwhip Effect in a Supply Chain. *Time*, 1-29.
- Moyaux, Thierry, Chaib-draa, B., & D'Amours, S. (2007). Information sharing as a coordination mechanism for reducing the bullwhip effect in a supply chain. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C-Applications and Reviews*, 37(3), 396–409.
- Muckstadt, J. A., Murray, D. H., Rappold, J. A., & Collins, D. E. (2001). Guidelines for Collaborative Supply Chain System Design and Operation. *Information Systems Frontiers*, 3, 427–453.
- Nakajima, S. (1989). TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance. *Productivity Press, Portland.*, Productivity Press. Portland.
- National Research Council. (2000). *Surviving Supply Chain Integration: Strategies for Small Manufacturers* (National A.). Washington.
- Neely, A., & Adams, C. (2000). Perspectives on performance: The Performance Prism. *Centre for Business Performance*.
- Neely, Andy, Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(12), 1228–1263. doi:10.1108/01443570510633639
- Neely, Andy, Mills, J., Platts, K., Richards, H., Gregory, M., Bourne, M., & Kennerley, M. (2000). Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(10), 1119–1145. doi:10.1108/01443570010343708

- Neubert, G., Ouzrout, Y., & Bouras, A. (2004). Collaboration and integration through information technologies in supply chains. *International Journal of Technology Management*, 28(2), 259–273.
- Neumann, S., & Segev, E. (1979). A case study of user evaluation of information characteristics for systems improvement. *Information and Management*, 2(6), 271–278.
- Newman, W., & Sridharan, V. (1995). Linking manufacturing planning and control to the manufacturing environment. *Integrated Manufacturing System*, 6(4), 36–42.
- Nienhaus, J., Ziegenbein, A., & Duijts, C. (2003). How human behaviour amplifies the bullwhip effect – a study based on the beer distribution game online. *Distribution*. Zurich.
- Nolan, K. (1998). With distributors in mind, Northwestern embraces VMI. *Metal Center News*, 38(3), 32–36.
- Odette, I. (2004). *Vendor Managed Inventory (VMI)* (pp. 0–45).
- Ohno, T. (1989). *L'esprit Toyota* (Masson.).
- Oliveira, J. M. do. S. F. D. (2005). *Enabling long term value added partnership in the healthcare industry*. Engineering. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <http://mit.dspace.org/handle/1721.1/33325>
- Otto, A., & Kotzab, H. (2003). Does supply chain management really pay? Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 144(2), 306–320.
- Paché, G., & Paraponaris, C. (2006). *L'entreprise en réseau* (PUF.). Paris, France.
- Pagell, M. (2004). Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics. *Journal of Operations Management*, 22, 459–487.
- Pawar, K., & Driva, H. (1999). Performance measurement for product design and development in a manufacturing environment. *International Journal of Production Economics*, (60–61), 61–68.
- Petersen, K. (1999). The effect of information quality on supply chain performance: an inter-organizational information system perspective.
- Peterson, K. J., Ragatz, G. L., & Monczka, R. M. (2005). An examination of collaborative planning effectiveness and supply chain performance. *Journal of Supply Chain Management*, 41(2), 14–22.
- Pichot, L. (2006). *Stratégie de déploiement d'outils de pilotage de chaines logistiques: Apport de la classification*. Supply Chain Management. L'institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- Plane, D. R. (1997). How to build spreadsheet models for production and operations management. *OR/MS Today*, 24(2), 50–54.
- Pohlen, T. L., & Goldsby, T. J. (2003). VMI and SMI programs: how economic value added can help sell the change. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 33(7), 565–581.
- Pramatari, K. (2007). Collaborative supply chain practices and evolving technological approaches. *Supply Chain Management*, 12(3), 210–220. doi:10.1108/13598540710742527

- Pramatari, K., & Papakiriakopoulos, D. (1998). New forms of CPFR: Daily collaboration at store level. *Time*.
- Pujo, P., & Kieffer, J.-P. (2002). *Méthodes du pilotage des systèmes de production* (Lavoisier.).
- Raghunathan, S. (1999). Interorganizational collaborative forecasting and replenishment systems and supply chain implications. *Decision Sciences*, 30(4), 1053-1071.
- Raghunathan, Srinivasan. (2001). Information Sharing in a Supply Chain: A Note on its Value when Demand Is Nonstationary. *Management Science*, 47(4), 605-610.
- Raghunathan, S. (2003). Impact of demand correlation on the value of and incentives for information sharing in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 146, 634-649.
- Ramaa, a., Rangaswamy, T. M., & Subramanya, K. N. (2009). A Review of Literature on Performance Measurement of Supply Chain Network. In IEEE (Ed.), *Second International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology* (pp. 802-807). Ieee. doi:10.1109/ICETET.2009.18
- Reiner, G., & Trcka, M. (2004). Customized supply chain design: problems and alternatives for a production company in the food industry. A simulation based analysis. *International Journal of Production Economics*, 89(2), 217-229.
- Robert M. Williamson. (2006). *Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures*. Scrap (pp. 1-6).
- Robinson S. (2005). Discrete-event simulation: from the pioneers to the present, what next? *Journal of the Operational Research Society*, 56, 619-629.
- Romano, P. (2003). Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(3), 119-134. doi:10.1016/S1478-4092(03)00008-6
- Rose, K. H. (1995). A performance measurement method. *Quality Progress*, 28(2), pp.63–66.
- Rouibi, S., Burlat, P., Frein, Y., & Ouzrout, Y. (2010). La modélisation Arena comme outil d'étude de l'influence du VMI sur les niveaux de stocks des chaînes logistiques. *8e Conférence Internationale de MOdélisation et SIMulation*. Hammamet - Tunisia.
- Rusdiansyah, A., & Tsao, D.-bi. (2005). An integrated model of the periodic delivery problems for vending-machine supply chains. *Journal of Food Engineering*, 70(3), 421-434. doi:10.1016/j.jfoodeng.2004.05.073
- Russell, S. H. (2007). Supply Chain Management: More Than Integrated Logistics. *Air Force Journal of Logistics*, 31(2), 55-63.
- Sabath, R., & Fontanella, J. (2002). The unfulfilled promise of supply chain collaboration. *Supply Chain Management Review*, 6, 24-29.
- Sahin, F., & Robinson, E. P. (2002). Flow coordination and information sharing in supply chains: review, implications, and directions for future research. *Decision Sciences*, 33(4), 505–536.
- Sahin, Funda, & Robinson, E. P. (2005). Information sharing and coordination in make-to-order supply chains. *Journal of Operations Management*, 23, 579-598. doi:10.1016/j.jom.2004.08.007

- Sari, K. (2008). On the benefits of CPFR and VMI: A comparative simulation study. *International Journal of Production Economics*, 113, 575-586. doi:10.1016/j.ijpe.2007.10.021
- Sarpola, S. (2007). Evaluation Framework For Vmi Systems. *Education*. Finland.
- Schmidt, R. (2007). Impact of Information Sharing and Order Aggregation Strategies on Supply Chain Performance. Switzerland.
- Schonberger, R. J. (1996). Strategic collaboration: breaching the castle walls. *Business Horizons*, 39(2), 20-26.
- Schonfeld, E. (1998). The customized, digitised, have-it-your-way economy. *Fortune*, 138(6), 114-124.
- Seidmann, A., & Sundararajan, A. (1997). Building and Sustaining Interorganizational Information Sharing Relationships: The Competitive Impact of Interfacing Supply Chain Operations with Marketing Strategy. *The 18th International Conference on Information Systems* (pp. 205-222). Atlanta.
- Setamanit, S.-on. (2009). Exploring the Effect of Vendor Managed Inventory on the Supply Chain Partner Using Simulation. In IEEE (Ed.), *PICMET* (pp. 1642-1648). Portland, Oregon USA.
- Shah, B. (2002). ST, HP VMI program hitting its stride. *Electronic Buyers News* (Vol. 1309, pp. 42-43). New York.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423, 623-656.
- Sheffi, Y. (2002). The value of CPFR. *RIRL*. Lisbon, Portugal.
- Shepherd, C., & Günter, H. (2006). Measuring supply chain performance: current research and future directions. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(3/4), 242-258. doi:10.1108/17410400610653219
- Silver, A. E., & Peterson, R. (1985). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning* (John Wiley.). New York.
- Simatupang, T. M., & Sridharan, R. (2001). A Characterisation of Information Sharing in Supply Chains. *ORSNZ Conference*, (October), 1-19.
- Simchi-Levi, David, Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies* (McGraw Hil.). New York, USA.
- Simchi-Levi, David, & Zhao, Y. (2003). The value of information sharing in a two-stage supply chain with production capacity constraints. *Naval Research Logistics*, 50(8), 888-916. doi:10.1002/nav.10094
- Sink, S. (1991). The role of measurement in achieving world class quality and productivity management. *Industrial Engineering*.
- Skjoett-Larsen, T., Thernøe, C., & Andresen, C. (2003). Supply chain collaboration: Theoretical perspectives and empirical evidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(6), 531-549.
- Smaros, J., Lehtonen, J.-M., Appelqvist, P., & Holmström, J. (2003). The impact of increasing demand visibility on production and inventory control efficiency. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33, 336-354. doi:10.1108/09600030310478801

- Smith, K. (2000). *Implementation issues of a supplier managed inventory program*. Massachusetts institute of technology.
- Småros, J. (2007). Forecasting Collaboration In The European Grocery Sector: Observations From A Case Study. *Journal of Operations Management*, 25(3), 702-716.
- Småros, J., & Holmström, J. (2000). Viewpoint: reaching the consumer through e-grocery VMI. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 28(2), 55-61. doi:10.1108/09590550010315098
- So, K. C., & Zheng, X. (2003). Impact of supplier's lead time and forecast demand updating on retailer's order quantity variability in a two-level supply chain. *International Journal of Production Economics*, 86(2), 169-179. doi:10.1016/S0925-5273(03)00050-1
- Sohal, A., Olhager, J., Neill, P. O., & Prajogo, D. (2010). Implementation of OEE – issues and challenges. In T. M. Garetti M, Taisch M, Cavalieri S, Terzi S (Ed.), *Competitive and Sustainable Manufacturing Products and Services*. Milano: Poliscrypt.
- Sohn, S. Y., & Lim, M. (2008). The effect of forecasting and information sharing in SCM for multi-generation products. *European Journal of Operational Research*, 186(1), 276-287.
- Souilah, S. (2008). *Reengineering Du Pilotage Des Flux Dans Une Relation Client/Fournisseur Application Au Cas De L'industrie Automobile*. Ecole Centrale Des Arts Et Manufactures.
- Southard, P. B., & Swenseth, S. R. (2008). Evaluating vendor-managed inventory (VMI) in non-traditional environments using simulation. *International Journal of Production Economics*, 116(2), 275-287.
- Stadtler, H. (2005). Supply chain management and advanced planning-basics, overview and challenges. *European Journal of Operational Research*, 163(3), 575-588. doi:10.1016/j.ejor.2004.03.001
- Stadtler, H., & Kilger, C. (2000). *Supply chain management and advanced planning* (Edition Sp.).
- Stefan, T. (2004). Performance measurement: from philosophy to practice. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(8), 726-737.
- Stein, T., & Sweat, J. (1998). Killer supply chains. *Information Week*, 9, 36-46.
- Sterman, John D. (2001). System Dynamics Modeling: Tools for learning in a Complex World. *California Management Review*, 43(4).
- Sterman, J.D. (1989). Modelling managerial behavior: Misperceptions of feedback in a dynamic decision experiment. *Management Science*, 35(3), 321-339.
- Stewart, G. (1995). Supply chain performance benchmarking study reveals keys to supply chain excellence. *Logistics Information Management*, 8(2), 38-44.
- Stewart, G. (1997). Supply-chain operations reference model (SCOR): the first cross-industry framework for integrated supply chain management. *Logistics Information Management*, 10(2), 62-67.
- Subramanya, K N, & Sharma, S. C. (2008). Simulation Modeling of Information Flow in a 3-stage efficient Supply Chain Network. *International Journal of Computer Science*, 8(11), 335-342.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). *Reinforcement learning*. Journal of Cognitive Neuroscience (MIT Press.).

- Swaminathan, J. M., Sadeh, N. M., & Smith, S. F. (1997). Effect of Sharing Supplier Capacity Information. *October*. USA.
- Tan, K. C., Handfield, R. B., & Krause, D. R. (1998). Enhancing the firm's performance through quality and supply base management: An empirical study. *International Journal of Production Research*, 36(10).
- Tan, T., Gullu, R., & Erkip, N. (2007). Modelling imperfect advance demand information and analysis of optimal inventory policies. *European Journal of Operational Research*, 177(2), 897-923.
- Tang, C. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451-488. doi:10.1016/j.ijpe.2005.12.006
- Taratynava, N., Burlat, P., & Boucher, X. (2009). Analyse des échanges de prévisions dans une chaîne logistique MTS/MTO. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 10, 1179-1205.
- Taticchi, P., Tonelli, F., & Cagnazzo, L. (2010). Performance measurement and management: a literature review and a research agenda. *Measuring Business Excellence*, 14(1), 4-18.
- Tayur, S., & Ganeshan, R. (1998). *Quantitative models for supply chain* (Kluwer Aca.).
- Tayur, S., Ganeshan, R., & Magazine, M. (1999). *Quantitative Models for Supply Chain Management* (Kluwer Aca.). Boston.
- Terwiesch, C., Ren, J. Z., Ho, T. H., & Cohen, M. A. (2003). An Empirical Analysis of Forecast Sharing in the Semiconductor Equipment Supply Chain. *Management Science*, 51, 208-220.
- Tewoldeberhan, T. W., Verbraeck, A., Valentin, E., & Bardonnnet, G. (2002). An evaluation and selection methodology for discrete-event simulation software. *Winter Simulation Conference*. San Diego.
- Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European Journal of Operational Research*, 94(1), 1-15. doi:10.1016/0377-2217(96)00098-7
- Thonemann, U. W. (2002). Improving supply-chain performance by sharing advance demand information. *European Journal of Operational Research*, 142, 81-107.
- Towill, D.R., Naim, M. M., & Wikner, J. (1992). Industrial Dynamics Simulation Models in the Design of Supply Chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 22(5), 3-13.
- Tseng, T. L., & Huang, C. C. (2007). Rough set-based approach to feature selection in customer relationship management. *Omega*, 35, 365-383.
- Turhan, S. N., & Vayvay, Ö. (2009). Modeling of VMI implementation via SOA in a HEALTHCARE. *European and Mediterranean Conference on Information Systems 2009* (pp. 1-14). Izmir.
- Tyan, J., & Wee, H.-ming. (2003). Vendor managed inventory: a survey of the Taiwanese grocery industry. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 9, 11-18.
- Valentini, G., & Zavanella, L. (2003). The consignment stock of inventories: industrial case and performance analysis. *International Journal of Production Economics*, 81-82, 215-224. doi:10.1016/S0925-5273(02)00300-6
- Van Nyen, P. L. M., Bertrand, J. W. M., Van Ooijen, H. P. G., & Vandaele, N. J. (2007). Supplier managed inventory in the OEM supply chain: the impact of relationship types

- on total costs and cost distribution. *OR Spectrum*, 31, 167-194. doi:10.1007/s00291-007-0105-4
- Van Weele, A. J. (2005). *Purchasing & supply chain management: Analysis, strategy, planning and practice* (Thomson Le.). Singapore.
- Van der Meulen, P. R. H., & Spijkerman, G. (1985). The logistics inputs-outputs model and its application. *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 15(3), 17-25.
- Vergin, R. C., & Barr, K. (1999). Building Competitiveness in Grocery Supply Through Continuous Replenishment Planning: *Supply Chain Management*, 28, 145-153.
- Vernadat, F. B. (2002). Enterprise modelling and integration : Current status and research perspective. *Annual Reviews in Control*, 26, 15-25.
- Vigtil, A. (2007a). *A Framework for Modelling of Vendor Managed Inventory*. Science And Technology. Norwegian University of Science and Technology.
- Vigtil, A. (2007b). Information exchange in vendor managed inventory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(2), 131-147.
- Vijayasarathy, L., & Robey, D. (1997). The effect of EDI on market channel relationship in retailing. *Information and Management*, 33(2), 73-86.
- Vitale, M., Mavrinac, S. C., & Hauser, M. (1994). New process/financial scorecard: A strategic performance measurement system. *Planning Review*, 22(4), 12-16.
- Vlist, P. V. D., Kuik, R., & Verheijen, B. (2007). Note on supply chain integration in vendor-managed inventory. *Decision Support Systems*, 44, 360 - 365. doi:10.1016/j.dss.2007.03.003
- Waller, M., Johnson, E. M., & Davis, T. (1999). Vendor-managed Inventory in the Retail Supply Chain. *Journal of Business Logistics*, 20, 183-204.
- Wang, C., Ji, S., Shen, J., & Wei, W. (2008). Supply Chain Model in Vendor Managed Inventory. *IEEE*, 2110-2113.
- Watson, E. (2005). Nestle switches to vendor managed inventory with Tesco. *Food Manufacture*, 80(8), 20-20.
- Welker, G. A., Vaart, T. V. D., & van Donk, D. P. (2008). The influence of business conditions on supply chain information sharing mechanisms: A study among supply chain links of SMEs. *International Journal of Production Economics*, 113(2), 706-720.
- Whang, S. (1993). Analysis of Interorganizational Information Sharing. *Journal of Organizational Computing*, 3(3), 257-277. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10919399309540204>
- White, A. (n.d.). Collaborative Data Modeling: CPFR Implementation Guidelines From the Manufacturer's Perspective, (404).
- White, A. S., & Censlive, M. (2006). Observations on modelling strategies for vendor-managed inventory. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 496-512.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1994). From lean production to the lean enterprise. *Harvard business review*, 93-103.

- Wong, W. P., & Wong, K. Y. (2007). Supply chain performance measurement system using DEA modeling. *Industrial Management & Data Systems*, 107(3), 361-381. doi:10.1108/02635570710734271
- Wu, L., & Song, Y. (1997). Measuring Integrated Supply Chain Performance. *IEEE Colloquium on Integrated Systems in Aerospace*. Iee. doi:10.1049/ic:19970106
- Xu, K., Dong, Y., & Evers, P. T. (2001). Towards better coordination of the supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 37(1), 35-54.
- Xue, X., Shen, Q., Tan, Y., Zhang, Y., & Fan, H. (2011). Comparing the value of information sharing under different inventory policies in construction supply chain. *International Journal of Project Management*, In press. Elsevier Ltd. and IPMA. doi:10.1016/j.ijproman.2011.04.003
- Yang, K.-K., Ruben, R. A., & Webster, S. (2003). Managing Vendor Inventory In A Dual Level Distribution System. *Journal of Business Logistics*, 24(2), 91-108.
- Yao, O. Y., Dong, Y., & Dresner, M. (2004). Managing Supply Chain Backorders Under Vendor Managed Inventory: A Principal Agent Approach and Empirical Analysis. Myrland.
- Yao, Y., & Dresner, M. (2008). The inventory value of information sharing continuous replenishment, and vendor-managed inventory. *Transportation Research Part E-Logistics and Transportation Review*, 44(3), 361-378.
- Yao, Y., Dong, Y., & Dresner, M. (2002). Supply Chain Learning and Spillovers in Vendor Managed Inventory. *Information Systems*.
- Yao, Y., Evers, P. T., & Dresner, M. E. (2007). Supply chain integration in vendor-managed inventory. *Decision Support Systems*, 43(2), 663-674.
- Young, S. M., Shields, M. D., & WOLF, G. (1988). Manufacturing Controls And Performance: An Experiment. *Accounting Organizations and Society*, 13(6), 607-618.
- Yu, H., Zeng, A. Z., & Zhao, L. (2009). Analyzing the evolutionary stability of the vendor-managed inventory supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 56, 274-282. doi:10.1016/j.cie.2008.05.016
- Yu, Y., Huang, G. Q., & Liang, L. (2009). Stackelberg game-theoretic model for optimizing advertising, pricing and inventory policies in vendor managed inventory (VMI) production supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 57(1), 368-382. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.cie.2008.12.003
- Yu, Z., Yan, H., & Cheng, T. C. E. (2001). Benefits of information sharing with supply chain partnerships. *Industrial Management & Data Systems*, 101(3), 114-121. doi:10.1108/02635570110386625
- Yuan, X., Shen, L., & Ashayeri, J. (2010). Dynamic simulation assessment of collaboration strategies to manage demand gap in high-tech product diffusion. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 1-11. Elsevier. doi:10.1016/j.rcim.2010.06.020
- Yue, X., & Liu, J. (2006). Demand forecast sharing in a dual-channel supply channel. *European Journal of Operational Research*, 174, 646-667.
- Yugang, Y., Liang, L., & Qiang, G. (2003). Stackelberg Game in VMI System with Sufficient Capacity Considering Wholesale and Retail Prices. In IEEE/WIC/ACM (Ed.), *International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT'04)* (pp. 2-5).

- Zhang, Cheng, & Zhang, C. (2007). Design and simulation of demand information sharing in a supply chain. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15, 32-46. doi:10.1016/j.simpat.2006.09.011
- Zhao, X, Xie, J., & Leung, J. (2002). The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 142(2), 321-344.
- Zhao, Xiande, Xie, J., & Lau, R. S. M. (2001). Improving the supply chain performance: use of forecasting models versus early order commitments. *International Journal of Production Research*, 39(17), 3923-3939. doi:10.1080/00207540110072236
- Zhou, Y.-W., Min, J., & Goyal, S. K. (2008). Supply-chain coordination under an inventory-level-dependent demand rate. *International Journal of Production Economics*, 113(2), 518– 527.
- Zhu, Z. T., & Peng, W. Y. (2008). Simulation Research on the Stock Control Strategy of VMI Combined Revenue Sharing. In IEEE (Ed.), *International Symposiums on Information Processing (ISIP)* (pp. 657-661).
- Zipkin, P. H. (1991). Does manufacturing need a JIT revolution? *Harvard Business Review*, 69(1), 40-50.
- le Blanc, H. M., Van Krieken, M. G. C., Fleuren, H. A., & Krikke, H. R. (2004). Collector managed inventory, a proactive planning approach to the collection of liquids coming from end-of-life vehicles.

ANNEXES

Annexe A. Revue bibliographique partage d'informations

CL	Article	Information partagée / Description du modèle	Résultats
Flux d'informations du DO vers le FO			
Études sur les paramètres qui influencent le PI			
I-I	(Hau L. Lee et al., 2000)	PI sur la demande, demande autorégressive, modèle analytique.	La demande et les temps de production ont un impact sur les résultats du PI. Si la demande est indépendante et identiquement distribuée, le PI n'a pas de valeur ajoutée. Quand la demande est fortement corrélée dans le temps, la variance de la demande est élevée et lorsque le temps de production est long, le PI permet au FO d'obtenir d'importantes réductions de stocks et de coûts.
	(Srinivasan Raghunathan, 2001)	PI sur la demande. Modèle analytique et simulations.	Le PI a des avantages insignifiants dans le cas où le profil de la demande est connu (Le FO utilise l'historique des commandes dans les prévisions de la demande). Si ça n'est pas le cas (promotions, nouveaux produits), le PI peut être avantageux.
	(Duvallet et al., 2005)	PI sur la demande. Modèle analytique, demande auto corrélée positivement. Le DO peut intervenir sur la demande finale via des promotions.	Étude de l'influence de divers paramètres (le coefficient de corrélation, les délais de livraison, les coûts unitaires de possession et de rupture, les promotions, le degré d'incertitude sur la demande) sur la valeur du PI. Le FO a bénéficié de réductions de coûts mais pas le DO.
	(W H J Chu & Lee, 2006)	Partager ou non la valeur de la demande finale. Théorie des jeux pour la modélisation du problème de vendeur de journaux.	Si le coût du PI est élevé, le DO ne partagera pas l'information. S'il est bas, le DO partagera l'information uniquement si la demande finale est élevée.
	(Bourland et al., 1996)	PI quotidienne des ventes du DO. Un produit.	Amélioration du niveau de service et des coûts du FO. La réduction des stocks dépend de la variabilité de la demande, des niveaux stocks de sécurité et du cycle de commande.

CL	Article	Information partagée / Description du modèle	Résultats
N-N	(Thonemann, 2002)	Cas 1 A-ADI ¹³ : information sur l'éventualité d'une commande. Cas 2 D-ADI ¹⁴ : ajout de l'information sur le produit à commander. Le FO qui sera concerné par les commandes est inconnu dans les 2 cas. Modèle mathématique. 2 scénarios : CL avec un nombre aléatoire de produits et des demandes identiques, et CL avec deux produits mais des demandes aléatoires.	Valeur du PI dépend des caractéristiques de la CL et de la qualité des informations partagées : Dans une CL multi produits la valeur du D-ADI est supérieure à celle du A-ADI. Si les probabilités de demandes entre les FO sont équivalentes, la valeur du D-ADI est supérieure à celle du A-ADI, sinon, le D-ADI et le A-ADI ont la même performance. Le FO a bénéficié d'une réduction des coûts, le DO d'une réduction des prix et de l'amélioration du taux de service. Le BWE a augmenté.
M-N-I	(Lehtonen et al., 2005)	(N= 3, M = 4). Modèle de simulation. PI entre le 2 ^{ème} et le 1 ^{er} échelon concerne : le POS, les ventes, les commandes.	Le PI est nécessaire dans des situations de demandes irrégulières (nouveaux produits).
I-I et I-I-I	(Yue & Liu, 2006)	Partage de prévision. Comparaison entre une CL (1-1) canal direct et (1-1-1) canal indirect sous deux scénarios MTS et MTO.	Le PI permet au FO, dans le cas MTS, d'arriver à une meilleure gestion des stocks et de la demande. Dans ce cas, le FO réalise suffisamment de bénéfices pour inciter le DO à un PI, permettant aux 2 parties de réaliser des économies. En MTO, le FO arrive à une réduction des coûts, par contre si les prévisions du FO sont basses, le PI a un impact négatif sur le DO. Le canal direct a aussi un impact négatif sur la performance du DO.
I-I	(Gérard. P. Cachon & Lariviere, 2001)	PI binaire sur la prévision de la demande (haute ou basse). Information imparfaite sur la demande future. Méthode : théorie des jeux.	Le DO partage l'information de la prévision de la demande haute. Si elle est basse, il peut ne pas communiquer d'informations, ou mentir.
	(S. Raghunathan, 1999)	N = 2. Partage de prévision de la demande. La demande est stochastique et stationnaire, elle suit	Réduction des coûts du FO et du DO. Les coûts du DO qui ne participe pas au PI sont décroissants lorsque le FO alloue d'une façon égale les

¹³ Agregated Advanced Demand Information

¹⁴ Detailed Advanced Demand Information

CL	Article	Information partagée / Description du modèle	Résultats
		une loi uniforme.	ruptures sur les 2 DO. Ils sont croissants dans le cas où le FO s'engage à garantir les quantités commandées pour le DO qui participe au PI.
	(Sohn & Lim, 2008)	N = 4, 2 produits, (1) PI décentralisé (aucune information n'est partagée), (2) PI centralisé (partage total de l'information, le DO et le FO font leurs prévisions en collaboration), (3) PI sur les ventes et les prévisions. Méthode : simulation de Monte Carlo.	Le PI total ne permet pas toujours aux CL d'atteindre la meilleure performance. La valeur du PI est sensible au type de la demande, à la capacité de production du FO et au prix des produits. .
	(X Zhao et al., 2002)	N=4, méthode : simulation continue. La simulation concerne : 4 profils de demandes combinant saisonnalité et tendance, 5 méthodes de prévisions, 3 capacités du FO (basse, moyenne et haute), 3 niveaux de PI : partage seulement des commandes, partage des commandes et des besoins nets prévisionnels, partage des commandes et des besoins bruts.	Sous tous les scénarios, le PI a amélioré les coûts et le taux de service du FO. Par contre, si la capacité du FO est faible et sous certains profils de la demande, le PI a dégradé les résultats du DO. Le modèle de prévision influence la performance de la CL et la valeur du PI. Le partage des besoins bruts prévisionnels est plus profitable que le partage des besoins nets prévisionnels. Plus les prévisions sont exactes et fiables, plus le partage de l'information est profitable. Par contre, l'exactitude des prévisions des DO n'a pas d'impact sur les performances de la CL si un PI n'est pas mis en place.
	(Xiande Zhao et al., 2001)	N = 4. Demande aléatoire. Le modèle simule différentes méthodes de prévisions et de réapprovisionnement du DO et les décisions de production du FO. Plusieurs types de demandes et de capacités de production sont traités.	Le EOC (Early Order Commitment) réduit les coûts du FO et des DO lorsque la demande croît ou décroît et que la capacité de production est moyenne ou haute. L'EOC a été avantageux pour le FO mais mauvais pour le DO lorsque la demande est saisonnière, mixte ou lorsque la capacité de production est basse. Le choix du modèle de prévisions est moins important que le choix du EOC. Un choix approprié du modèle de

CL	Article	Information partagée / Description du modèle	Résultats
			prévisions améliore l'efficacité du EOC.
Compréhension du PI			
I-I	(Gavirneni et al., 1999)	3 scénarios de PI : Aucun PI, PI Partiel où le FO a connaissance de la politique de gestion des stocks de son DO ainsi que de la demande finale. PI total où en plus des informations partielles, le FO a connaissance des niveaux de stocks du DO. Capacité limitée du FO. Demande indépendante et identiquement distribuée	Réduction des coûts du FO : le passage d'aucun PI à un PI partiel permet au FO d'atteindre une économie de 50%. Le passage d'un PI partiel à un PI total lui permet une réduction de coûts de 35%.
	(Z. Yu et al., 2001)	PI sur les commandes et la demande finale. Modèle analytique.	Le PI a amélioré la performance de la CL en termes de réduction des stocks et des coûts. Le FO a obtenu plus de bénéfices.
	(Hsiao, 2008)	PI sur les stocks à deux moments : shipping point et au reorder point. La demande suit une loi normale.	L'amélioration de la visibilité du FO permet des réductions des stocks de sécurités, de ruptures et de coûts.
	(Hing Kai Chan & Chan, 2006)	N=4, Contrat entre DO et FO afin que le DO communique ses commandes à l'avance (contrat EOC), simulation multi agents.	Amélioration des coûts et du taux de réponse à la demande de la CL.
N-I	(B. Huang & Iravani, 2006)	PI sur le niveau de stocks, et répartitions des quantités entre DO en fonction de ce PI. La demande suit une loi de poisson. Le FO a des contraintes de capacités. Les DO ont des coûts différents. Outil utilisé : MDP (Markov Decision Process).	Calcul de la quantité optimale à répartir entre les DO pour minimiser les coûts.
	(G P Cachon &	PI sur la demande. Les N DO sont identiques.	Réduction des coûts via le PI a été faible (de 2% en moyenne, avec une

CL	Article	Information partagée / Description du modèle	Résultats
	Fisher, 2000)	Distribution stochastique de la demande finale connue.	réduction maximale de 12%).
I-I-I	(Schmidt, 2007)	PI sur la demande. Simulation à événements discrets (logiciel Extend), 4 profils de demande.	Le PI a permis de réduire les stocks de sécurité et les niveaux de stocks, mais a réduit les taux de services.
N-N-I	(J. S. K. Lau et al., 2002)	(1) Aucun PI, (2) PI entre E3 et E2, (3) PI entre E2 et E1, (4) PI entre tous les échelons. L'information partagée concerne la demande et les niveaux de stock. Contraintes de capacité, MTO, Simulation.	Le scénario qui a réalisé la plus grande réduction des coûts est celui du PI total, celui qui a réalisé la réduction la moins importante est celui où E3 partageait l'information avec E2.
N-N-N-N	(Z. Huang & Gangopadhyay, 2004)	(1). Aucun PI, (2). PI partiel (50% des membres de chaque étage sont concernés par le PI), (3). PI total. Méthode : Simulation.	Un PI plus étendu permet une plus grande réduction des niveaux de stocks chez les grossistes. Les bénéfices sont plus importants quand la demande est variable.
PI du FO vers le DO			
I-N	(Swaminathan et al., 1997)	N=2, PI sur la Quantité que le FO pourra fournir. Le DO est un manufacturier. La demande est stochastique. Les FO ont des capacités et des coûts de production différents.	Les avantages du PI dépendent des coûts de sa mise en place et de la variabilité de la demande. Si les coûts sont négligeables, le PI est intéressant, s'ils sont élevés, le DO choisira de mettre en place un PI avec le FO le moins cher, sauf si la variabilité de la demande est grande. Dans ce cas, le PI est à maintenir avec les deux FO.
I-I	(Xue et al., 2011)	PI sur les quantités de livraison.	Étude des résultats du PI en fonction de la politique de gestion des stocks utilisée (T,S) ou (s, S). La politique (s,S) a donné de meilleurs résultats en terme de réduction des coûts et amélioration du taux de service.
	(R. Liu & Kumar,	PI sur les Pannes. La demande suit une loi	PI hebdomadaire est approprié lorsque la variabilité de la demande est

CL	Article	Information partagée / Description du modèle	Résultats
	2009)	gamma, simulation à événements discrets (Arena).	basse, que les coûts de ruptures sont négligeables, qu'il y a peu de pannes et que le fill rate à atteindre est moyen. Si la variabilité de la demande est importante la fréquence de PI est à augmenter.
	(Funda Sahin & Robinson, 2005)	Planning de production. Gestion de la production en MTO, modèle mathématique.	Le PI a contribué à réduire les coûts, mais la réduction la plus importante provient de la coordination. Les profits du PI ne sont pas également répartis parmi des membres de la CL, c'est le FO le plus avantage.
Z-I	(Dobson & Pinker, 2006)	Le FO communique à ses DO une estimation des délais de réponse à la demande en sa basant sur le nombre de demandes déjà dans la file d'attente. Modèle mathématique.	Le PI de délai permet de réduire le temps d'attente et d'augmenter le service client. Mais les avantages de ce PI dépendent de la nature de la demande et de la tolérance du client sur le délai. Si le client ne tolère pas de longs délais, il est préférable pour le FO de ne pas communiquer l'information.

Annexe B. Revue bibliographique VMI

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
Études sur les facteurs qui influencent le VMI			
[1]	(Fry et al., 2001)	Modèle mathématique. Comparaison entre le RMI et le VMI.	10 à 15% d'économies obtenues après le VMI. Le VMI a été bénéfique pour les produits à grande variabilité de la demande.
	(Dong & Xu, 2002)	Modèle mathématique, Théorie des jeux, GDS en (s, Q) , demande stable. Évaluation des impacts du VMI sur le long et le court terme. VMI modélisé sur le court terme à travers un changement sur les prix et Q ne varie pas. A long terme, Q varie.	Alors qu'à court terme, le DO est le seul bénéficiaire du VMI. A long terme les deux parties augmentent leurs profits, car les quantités vendues augmentent.
	(Susan Cohen Kulp, 2002)	Modèle analytique. PI sur les ventes et les stocks, analyse des facteurs favorables à l'application du VMI.	Les profits tirés du VMI sont plus élevés si la fiabilité et la précision de l'information l'est également. Les bénéfices tirés du VMI permettent au FO de réduire ses prix de ventes au DO
	(Disney, Towill 2003)	Modèle analytique. Étude de l'impact du VMI sur le BWE.	Le VMI réduit le BWE. Il est utile dans un environnement de fluctuations de prix et de promotions.

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
	(Dong et al., 2007)	<p>1 produit, Modèle analytique. Méthode : Covariance Analysis and Linear Structural Equations.</p> <p>Quelles sont les facteurs adaptés pour le VMI (compétitivité du FO, coopération du DO/FO, type de demande, incertitude du DO). C'est le FO qui a incité son DO à mettre en place un VMI. Accords : le FO s'engage à réduire les stocks du DO et en échange le DO doit accepter, au lieu d'annuler, les commandes qui peuvent avoir du retard.</p>	<p>La compétitivité du DO et FO sont favorables au VMI. Les incertitudes sur la production du DO ne le sont pas.</p>
	(Wang et al., 2008)	<p>Demande déterministe. Lead time nul. Méthode analytique. PI sur la demande finale. Les quantités de réapprovisionnement avec VMI sont supposées inférieures à ceux avant VMI. Les coûts de commandes avec VMI sont supposés inférieurs à ceux avant VMI.</p>	<p>En VMI, la fréquence de réapprovisionnement optimale est supérieure, les quantités de réapprovisionnements ainsi que les ruptures de stocks sont inférieures. Sous certaines conditions sur les coûts de commandes et de possessions, le VMI réduit les coûts de stockage de la CL. C'est le DO qui reçoit tous les bénéfices du VMI.</p>
	(Y. Yao & Dresner, 2008)	<p>Un seul produit. Modèle Analytique, GDS en (R,S). Gestion de la production en MTO, pénalités si retards.</p> <p>Le FO n'utilise pas l'historique des commandes pour l'établissement des prévisions.</p> <p>Comparaison entre le PI, le CRP et le VMI.</p> <p>VMI modélisé en augmentant la fréquence de réapprovisionnement.</p>	<p>Réduction des stocks du DO et du FO</p> <p>Réduction des stocks de sécurité chez le FO</p> <p>En VMI, le FO a reçu plus de réduction de stocks que le DO. En CRP c'est le contraire.</p> <p>La réduction des stocks dépend de la demande et de la fréquence de réapprovisionnement.</p> <p>Le CRP et le VMI permettent une réduction des stocks plus grande que le PI.</p>

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
	(B. Kim & Park, 2010)	Simulation dynamique & théorie des jeux. Prise en compte de l'innovation et des imitations sur les produits. Sans VMI : 2 fonctions objectives sur les profits, prise de décision séparée. Avec VMI : une seule fonction objective, prise de décision collaborative (planification de la capacité, de la production et des livraisons, GDS, prix, coûts des pénalités).	Afin de maximiser leur profit individuel et global, le DO et le FO doivent coordonner leur prise de décision. Pour dimensionner ses capacités de production, le FO doit prendre en compte la demande au cours du cycle de vie du produit. Le DO doit changer ses prix le long du cycle de vie du produit afin d'optimiser les profits et les stocks.
	(Kiesmüller & Broekmulen 2010)	N produits, demande : Poisson et Bernoulli. Modélisation des opérations de maintenance de l'entrepôt et comparaison entre le RMI et le VMI.	Si les coûts de possession sont bas comparés aux coûts de maintenance et de transport, le VMI réduit les coûts totaux de la CL et améliore l'efficacité des opérations de maintenance.
SN	(Claassen et al., 2008)	Méthode : Tests d'hypothèses. Analyse des facteurs qui influencent le succès du VMI.	L'impact du VMI sur la réduction des coûts est moins important que son impact sur la réduction des ruptures, du BWE et l'amélioration du taux de service. La qualité de l'information n'a pas d'impact significatif. Le succès du VMI dépend de la qualité de la relation entre le DO et le FO (confiance), de la qualité du système IT et du PI.

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
N-1	(Gérard. P. Cachon, 2001)	<p>Demande suit une loi de poisson, politique de GDS des DO : (s,Q). Théorie des jeux. Modélisation du VMI : le FO décide du niveau de recombplètement chez le DO.</p> <p>Comment arriver à la coordination entre le FO et ses DO dans le cas du VMI.</p> <p>Trois stratégies sont étudiées : le changement de l'équilibre (le FO et les DO payent des pénalités de retard), le changement des primes, le changement du responsable de la gestion des approvisionnements (VMI).</p>	<p>La coordination est atteinte lorsque les DO acceptent de payer des coûts de transferts.</p> <p>Souvent le niveau optimal de recombplètement n'est pas celui atteint lors de l'équilibre de Nash. Il est nécessaire de mettre en place des pénalités de retard afin d'arriver à l'équilibre de Nash. Les avantages de la coordination dépendent donc du contexte de chaque CL.</p>
	(Jung et al., 2005)	<p>N=3, Problème NP difficile, Outil : C++, ILOG CPLEX.</p> <p>Contrainte de capacité du FO. Étude des paramètres qui influencent le VMI. PI sur les prévisions de la demande.</p> <p>Prise de décision intégrée entre DO et FO.</p> <p>Le FO gère les stocks du DO et lui garantit le maintien du taux de service client final.</p>	<p>Le FO a bénéficié de réduction de coûts. Le DO est susceptible de subir une augmentation des coûts (Réduction des coûts de la CL de 5,8%. Les coûts du FO ont baissé de 30 à 40% ceux du DO ont augmenté de 5 à 10%).</p> <p>La réduction des coûts est plus importante quand 1) la capacité du FO est grande, 2) les coûts de setup du DO sont bas, 3) les coûts de transports du DO sont grands.</p>
I-I-I	(Liu, Zhou 2007)	<p>Modèle mathématique.</p> <p>Comparaison de l'effet de plusieurs politiques de GDS sur les coûts de la CL ((T,S), (s,Q), (s,S), et (s,Sd) où Sd est dynamique).</p> <p>L'article étudie 3 scénarios de produits : produit non périssables sans Lead Time (L/T), produits périssables et produit non périssables avec L/T.</p>	<p>Pour les produits non périssables, utiliser (T,S). Pour les produits non périssables utiliser (s,S).</p> <p>Le VMI n'est pas recommandé pour les produits de courte durée de vie, ou de longs délais de production.</p>

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
N-N-I	(Waller, Johnson & Davis 1999)	1 produit, demande normalement distribuée, simulation avec le langage SIMAN, FO à capacité limitée. Étude de l'effet de : la variabilité de la demande, la capacité de production du FO, l'adoption partielle du VMI. La modélisation du VMI a été assimilée à l'augmentation de la fréquence des livraisons (4Semaines (S), 2S, 1S, 1 jour).	L'augmentation de la variabilité de la demande ne modifie pas les performances du VMI. Le VMI a permis une réduction des stocks des participants au VMI sans détériorer le SR. Même les clients non participants ont bénéficié du VMI.
	(Smaros et al., 2003)	N=3, 21 produits, Demande stable, pas de contrainte de capacité de production. Simulation à événements discrets (AutoMod). Étude de l'efficacité du FO en fonction de : 1) 4 adoptions du VMI (VMI chez : aucun client, 1/3, 2/3, puis la totalité des clients, 2) la fréquence de réapprovisionnement, 3) le temps du cycle de production. En VMI, PI sur les ventes, sinon PI sur les commandes.	Même pour les produits dont la demande est stable, l'amélioration de la visibilité a permis d'améliorer la production et la gestion des stocks. Les avantages tirés de l'amélioration de la visibilité (nombre de clients qui ont adopté le VMI) dépendent de la fréquence de réapprovisionnement et du temps de cycle. Les produits dont la fréquence de réapprovisionnement est basse ont tiré plus de bénéfices du VMI.
I-I-I-I	(Angulo, Nachtmann & Waller 2004)	Simulation à événements discrets (Arena). Influence de la variabilité de la demande et du délai d'information sur les résultats du VMI.	Le délai de l'information impacte la performance du VMI, la précision de l'information n'a pas d'impact.
	(K. Sari, 2008)	1 produit, GDS (R, S) - demande suit une loi gamma. le manufacturier a une capacité de production limitée. Simulation. Comparaison entre une CL traditionnelle, VMI et CPFR.	Le coût de la CL en CPFR était inférieur à celui en VMI avec un meilleur taux de service. De plus, la performance de la CL est moins sensible à la variation de la demande finale dans le cas du CPFR. Dans certaines situations (capacités de production serrées et/ou délai de réponse à la demande court), la différence entre les résultats est faible et elle ne justifie pas l'investissement supplémentaire nécessaire au passage au CPFR.

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
	(Setamanit, 2009)	Simulation Arena. Analyse de 4 scénarios : 1 gestion traditionnelle, et 3 relatifs à la mise en place du VMI entre deux échelons consécutifs (3 positions possibles). Application du VMI a été traduite par la division du L/T en deux et le réajustement, en conséquence, des seuils s et S.	Les résultats du VMI sont variables en fonction de l'environnement de la CL (la variabilité du L/T et de la demande) et du membre concerné (DO ou FO).
Optimisation			
I-I	(Y. Yao et al., 2007)	Modèle analytique. Sans VMI les deux parties optimisent leur propre réapprovisionnement en ignorant les coûts chez le partenaire. En VMI, le FO optimise le réapprovisionnement et minimise les coûts de la CL.	La taille des réapprovisionnements du FO a augmenté, les stocks chez le FO ont baissé, les stocks chez le DO ont augmenté.
	(Kwak et al., 2009)	Demande instable. Simulation multi agents. VMI adaptatif. La quantité de réapprovisionnement dépend du changement de la demande du DO et varie à chaque période.	Minimisation des coûts à travers un modèle d'apprentissage où le FO choisit la meilleure quantité à réapprovisionner en fonction des prévisions de la demande et de l'historique des récompenses qu'il a obtenu.
	(Cetinkaya & Lee, 2000)	Demande suit une loi de poisson, modèle analytique. Coordination et optimisation de la gestion des stocks et des transports.	VMI a eu pour conséquence de gérer différemment les livraisons.
Z-I	(Yugang, Liang, & Qiang, 2003)	1 produit, Théorie des jeux.	Calcul du prix optimal pour le DO et le FO afin d'optimiser les profits du VMI.
	(Luca Bertazzi et al., 2005)	N=3, plusieurs produits. Utilisation d'une heuristique pour la résolution du Inventory Routing Problem. L'objectif est de déterminer la politique de production et de distribution qui minimise le coût total de la	Le scénario 2 a réduit les coûts de transport. La collaboration en VMI a également eu la conséquence de réduire les coûts par rapport à la politique RMI.

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
		chaîne logistique, Scénario 1 : tous les DO livrés en (s,S), scénario 2 : le dernier DO livré d'une quantité qui est le minimum entre la quantité de réapprovisionnement calculée en (s,S) et la capacité maximale du camion de transport.	
N-I	(Rusdiansyah, Tsao 2005)	<p>I produit, demande stable et déterministe. Heuristique sous langage C.</p> <p>IPTSP (Integrated Inventory and Period Travelling Salseman Problem) = VMIR (VMI Routing) + le PTSP (Period Travelling Salseman Problem). Principes du IPTSP :</p> <p>Construire un ensemble de tournée pour chaque jour de la période de m jours,</p> <p>Affecter une combinaison de jours de livraison pour chaque DO,</p> <p>Sélectionner une fréquence de livraison ainsi qu'une capacité de livraison par DO, avec comme objectif de répondre à toutes les demandes et satisfaire les contraintes en minimisant les coûts (transport et stocks).</p> <p>PI sur la demande finale, et les ventes.</p>	Réduction des coûts grâce à l'optimisation de la fréquence de transport.
N-N-I	(Arora et al., 2010)	<p>Demande aléatoire.</p> <p>Dynamic Ant Colony Optimisation.</p>	Résolution du Dynamic Transport Salseman Problem. Optimisation des tournées de véhicules, 4 politiques de VMI.
Cas Empiriques			

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
Étude de Cas	(Jan Holmström, 1998)	IFO – IDO. Utilisation de SAP R/3. La mise en place du VMI a nécessité 4 mois et 2 ressources humaines. Elle est passée par 3 étapes : la conception et définition du processus, l'application pilote, l'application complète.	Réduction des prix de ventes. Réduction de la variabilité de la demande de 75% à 26% pour le FO, réduction des stocks de 30%, réduction des temps de réponse à la demande de 48h à 10h
	(Tyan & Wee, 2003)	Grande Distribution Taïwanaise.	Réduction des coûts – Amélioration des taux de service du DO et du FO.
	(Kuk, 2004)	6 échelons. Secteur électronique, 94 interviews.	Les membres des petites organisations obtiennent de plus grandes améliorations du VMI que les membres des grandes organisations. L'intégration logistique et l'implication des employés augmentent les bénéfices tirés du VMI.
	(Felice De Toni & Zamolo, 2005)	Electrolux Italie. P1 sur : les prévisions des ventes, les promotions. effectuées par le DO, les stocks et les ventes au quotidien.	Les auteurs explicitent les différences entre le RMI et le VMI. L'efficacité avant VMI était pensée en locale, après VMI elle est pensée en global. Le VMI a permis l'amélioration des performances de toutes les parties.
	(Kauremaa et al., 2007)	IFO-IDO, Interviews. Plusieurs cas industriels ont été choisis pour mener l'étude : un manufacturier et un détaillant, des fournisseurs produisant en MTS et en MTO, différents types de produits, etc.	Sur certaines CL, le VMI a amélioré les résultats des deux parties. Par contre, dans d'autres cas, le VMI a permis au DO d'augmenter ses ventes, mais le FO ne s'est engagé dans le VMI que pour se distinguer des autres FO concurrents.
	(Elvander et al., 2007)	Interviews de 15 entreprises. Étude sur les dimensions et les caractéristiques du VMI. Comment elles sont implémentées, comment l'information est partagée entre DO et FO.	Création d'un cadre d'analyse du VMI.

CL	Article	Description du Modèle et Contribution	Résultats
Autres Études			
I-I	(K.-seok Choi et al., 2004)	CL avec un fournisseur et un manufacturier, demande constante, le manufacturier produit en MTO. Modèle analytique.	L'efficacité d'une CL constituée d'un FO et d'un DO détaillant est plus facile à atteindre que l'efficacité d'une CL constituée d'un fournisseur et d'un manufacturier. Le taux de service des entreprises en aval est affecté par le taux de service de celles en amont.
	(Jun Liu, Lu, & Shi, 2008)	Modèle mathématique. Le VMI est modélisé via le changement de la fonction des profits et des coûts.	Dès le court terme, le VMI réduit les coûts de toute la CL.
I-N	(Mishra & Raghunathan, 2004)	N = 2, modèle mathématique. Prise en considération de la concurrence entre FO. Cas RMI et VMI.	Le VMI a permis au DO de réduire ses coûts de possession tout en réduisant ses taux de rupture et en augmentant ses profits.
N-I	(Southard, Swenseth 2008)	Simulation à événements discrets (Promodel). Grande variabilité de la demande. Plusieurs destinations et plusieurs scénarios de distribution testés.	Réduction du nombre des livraisons grâce à la planification des tournées facilitée par le VMI. Réduction des coûts. Amélioration du SR.
N-I-N	(Zhu & Peng, 2008)	N = 2, Simulation à événements discrets (EM-Plant). VMI avec stock de consignation et partage de revenus. La modélisation du VMI est traduite par une redistribution des coûts.	Le VMI a réduit le BWE, les coûts moyens de possession de stocks et a amélioré le profit de toute la CL. Le VMI avec partage de revenus est meilleur que la GDS en (s,Q).

Annexe C. Codification sur ARENA

Le codage des stations

Les processus physiques et de gestion de la chaîne logistique sont modélisés par un ensemble de stations. La position de l'entité ainsi que le code station est identifié par : (i) le numéro de l'entreprise, (ii) le type de produit et (iii) le numéro de stock.

En phase de déclaration de variables

Lors de la déclaration des stations ainsi que des ressources, il faut veiller à leur faire correspondre le même numéro d'identification. Le code des stations (M) est choisi de la forme $x0y$ (Tableau 32).

- Aux entreprises E1, E2 et E3, correspond un $x = 2, 4$ et 6 respectivement.
- Aux transports T1, T2 et T3, correspond un $x = 3, 5$ et 7 respectivement.
- Aux processus Réception, Production 1, Production 2 et Livraison, correspond : $y = 1, 2, 3$ et 4 respectivement.

C'est ce numéro qui sera renvoyé lors de la simulation (M). A partir de ce numéro, la position de l'entité sera identifiée lors de l'exécution des simulations.

Tableau 32 : La codification des stations

Echelon de la CL	Fournisseur	E1				T1	E2				T2	E3				T3	Client Final
Processus	Stock infini	Réc.	Prod. 1	Prod. 2	Liv.	Tran	Réc.	Prod. 1	Prod. 2	Liv.	Tran	Réc.	Prod. 1	Prod. 2	Liv.	Tran	Demande
N° Station et de Ressource (M)	104	201	202	203	204	302	401	402	403	404	502	601	602	603	604	702	801

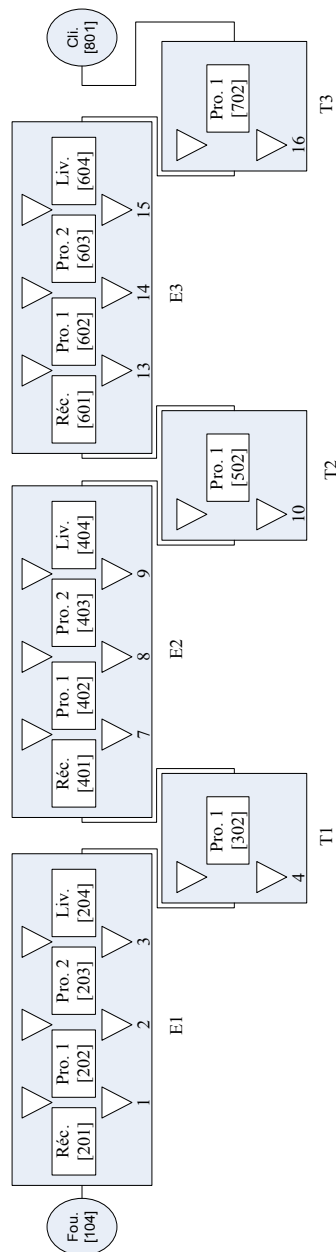


Figure 49 : Représentation des codes de stations et de stocks sur la chaîne logistique modélisée

En phase d'exécution du programme de simulation

A l'entrée de chaque station, la première étape de la simulation consiste en la détermination des attributs des entités. Afin de retrouver la position des entités lors de l'exécution de la simulation, on pose :

$$x = AINT(M/100)$$

$$y = MOD(M, 100)$$

Avec :

- M : Variable interne d'Arena dont la valeur renvoie le numéro de station de l'entité considérée ;
- AINT(*) la fonction truncate (partie entière de *) ;
- MOD(*,*) la fonction integer remainder (reste de la division */*').

Le code des centres de gestion

$$num.plp = Aint\left(\frac{M + 1}{2}\right)$$

Chaque entreprise possède six stocks différents. D'où la nécessité de six centres de gestion par entreprise.

- A l'entreprise E1 correspond des numéros de stations identifiées par un $M = 1$ à 6 . Ainsi : $num.plp = 1, 2$ ou 3 ;
- A l'entreprise E2 correspond un $M = 13$ à 18 . Ainsi : $num.plp = 7, 8$ ou 9 ;
- A l'entreprise E1 correspond un $M = 25$ à 30 . Ainsi : $num.plp = 13, 14$ ou 15 .

Le code des entreprises de production

Il est obtenu par l'équation :

$$num.ent = x - 1$$

Les valeurs possibles du code entreprise appartiennent à l'ensemble : $\{1, 3, 5\}$. Ces valeurs correspondent aux entreprises E1, E2 et E3 respectivement.

Le code des entreprises transport

Il est obtenu par l'équation :

$$num.ent = x - 1$$

Les valeurs possibles du code transport appartiennent à l'ensemble : $\{2, 4, 6\}$. Ces valeurs correspondent aux entreprises T1, T2 et T3 respectivement.

Le code du type de produit

Il est obtenu par l'équation :

$$Type.Produit = 2 - MOD(M, 2)$$

Les valeurs possibles appartiennent à l'ensemble : $\{1, 2\}$

Le code des stocks

Chaque entreprises doit gérer des stocks de matières premières (en station réception), de produits semi finis (après la station production n° 1) et de produits finis (après la station production n° 2 ou en station livraison). Chacun de ces types de stock est réparti en deux catégories qui correspondent aux deux types de produits qui existent. La fonction permettant

de trouver les numéros de stocks, correspondants aux différentes stations, est donnée sur le Tableau 33 :

Tableau 33 : Détermination du code stock en fonction des stations

Processus	M ($x0y$)	Code stock
Réception	$x01$	$3x + y - 6$
Production 1 & 2	$x02$ & $x03$	Avant production : $3x + y - 7$ Après production : $3x + y - 6$
Livraison	$x04$	$3x + y - 7$
Transport	$x02$	$3x + y - 7$

Annexe D. Caractérisation des modalités de variables illustratives par les variables continues

Tableau 34 : Caractérisation de la modalité « DS » de la variable illustrative type demande

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Profit E1	4542820,000	4234380,000	858952,000	1312400,000	4,12	0,000
Profit CL	12025200,000	11313600,000	2343860,000	3366580,000	3,70	0,000
Profit E2	4093880,000	3894250,000	930426,000	1221690,000	2,86	0,002
Profit E3	3388540,000	3184930,000	1026130,000	1332740,000	2,68	0,004
E2 Costs	4350240,000	4554060,000	962738,000	1317960,000	-2,71	0,003
E1 Costs	5621340,000	5933370,000	1511300,000	2002380,000	-2,73	0,003
Total costs	13589600,000	14311700,000	3027660,000	4117420,000	-3,07	0,001
E3 Costs	3617980,000	3824240,000	794774,000	1109290,000	-3,26	0,001
Coût des retards E2	335486,000	573285,000	755475,000	1120060,000	-3,72	0,000
Coût des retards E1	744121,000	1102960,000	1121470,000	1611130,000	-3,90	0,000
E3 Stocks	1227,550	1274,830	173,286	185,611	-4,46	0,000
Total stock	3099,020	3233,510	454,095	468,142	-5,03	0,000
E2 Stocks	839,228	913,649	235,402	248,299	-5,25	0,000

Tableau 35 : Caractérisation de la modalité « DV » de la variable illustrative type demande

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E2 Stocks	958,301	913,649	245,109	248,299	5,25	0,000
Total stock	3314,210	3233,510	457,783	468,142	5,03	0,000
E3 Stocks	1303,200	1274,830	186,974	185,611	4,46	0,000
Coût des retards E1	1318260,000	1102960,000	1809690,000	1611130,000	3,90	0,000
Coût des retards E2	715964,000	573285,000	1269070,000	1120060,000	3,72	0,000
E3 Costs	3948000,000	3824240,000	1244580,000	1109290,000	3,26	0,001
Total costs	14744900,000	14311700,000	4596140,000	4117420,000	3,07	0,001
E1 Costs	6120590,000	5933370,000	2225160,000	2002380,000	2,73	0,003
E2 Costs	4676350,000	4554060,000	1477570,000	1317960,000	2,71	0,003
Profit E3	3062760,000	3184930,000	1473210,000	1332740,000	-2,68	0,004
Profit E2	3774460,000	3894250,000	1352910,000	1221690,000	-2,86	0,002
Profit CL	10886500,000	11313600,000	3788360,000	3366580,000	-3,70	0,000
Profit E1	4049310,000	4234380,000	1490570,000	1312400,000	-4,12	0,000

Tableau 36 : Caractérisation de la modalité « STD » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E2 Stocks	1127,540	913,649	74,896	248,299	11,24	0,000
Total stock	3533,880	3233,510	231,160	468,142	8,37	0,000
E1 Stocks	1162,380	1045,030	98,013	215,074	7,12	0,000
Coût des retards E2	932989,000	573285,000	1376960,000	1120060,000	4,19	0,000
Coût des ventes perdues E2	16046,200	8328,090	36381,800	26814,900	3,76	0,000
E2 Costs	4806180,000	4554060,000	1635370,000	1317960,000	2,50	0,006
Profit E2	3642370,000	3894250,000	1498610,000	1221690,000	-2,69	0,004
Coût de transport E2	436440,000	452213,000	20308,000	51456,400	-4,00	0,000

Tableau 37 : Caractérisation de la modalité « PI » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E2 Stocks	1159,570	913,649	80,083	248,299	8,46	0,000
Total stock	3624,790	3233,510	230,604	468,142	7,14	0,000
Coût des retards E2	1097920,000	573285,000	1517430,000	1120060,000	4,00	0,000
E1 Stocks	1133,880	1045,030	94,022	215,074	3,53	0,000
Coût des retards E1	1761720,000	1102960,000	1986670,000	1611130,000	3,49	0,000
E2 Costs	4975000,000	4554060,000	1787850,000	1317960,000	2,73	0,003
E3 Stocks	1331,340	1274,830	164,970	185,611	2,60	0,005
Total costs	15550700,000	14311700,000	5275880,000	4117420,000	2,57	0,005
Coût des ventes perdues E2	16330,700	8328,090	36230,500	26814,900	2,55	0,005
E3 Costs	4127080,000	3824240,000	1249830,000	1109290,000	2,33	0,010
Coût de transport E2	436885,000	452213,000	20069,200	51456,400	-2,55	0,005
Profit E2	3480510,000	3894250,000	1621570,000	1221690,000	-2,89	0,002
Profit CL	10088900,000	11313600,000	4393830,000	3366580,000	-3,11	0,001
Profit E1	3723370,000	4234380,000	1656750,000	1312400,000	-3,33	0,000

Tableau 38 : Caractérisation de la modalité « PIE » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E2 Stocks	1170,140	913,649	84,216	248,299	8,83	0,000
Total stock	3660,290	3233,510	250,685	468,142	7,79	0,000
E1 Stocks	1161,130	1045,030	106,017	215,074	4,61	0,000
Coût des retards E2	1103020,000	573285,000	1502480,000	1120060,000	4,04	0,000
Coût des retards E1	1729030,000	1102960,000	1942400,000	1611130,000	3,32	0,000
E2 Costs	4980320,000	4554060,000	1774470,000	1317960,000	2,76	0,003
Total costs	15549200,000	14311700,000	5259530,000	4117420,000	2,57	0,005
E3 Costs	4152630,000	3824240,000	1309400,000	1109290,000	2,53	0,006
Coût des ventes perdues E2	16210,400	8328,090	36052,400	26814,900	2,51	0,006
E3 Stocks	1329,020	1274,830	164,351	185,611	2,49	0,006
Coût de transport E2	436817,000	452213,000	19934,300	51456,400	-2,56	0,005
Profit E2	3475420,000	3894250,000	1605320,000	1221690,000	-2,93	0,002
Profit CL	10090800,000	11313600,000	4372220,000	3366580,000	-3,10	0,001
Profit E1	3755880,000	4234380,000	1616980,000	1312400,000	-3,12	0,001

Tableau 39 : Caractérisation de la modalité « VMI » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E1 Stocks	1158,980	1045,030	99,201	215,074	6,91	0,000
Coût de transport E2	467661,000	452213,000	66254,000	51456,400	3,92	0,000
Profit E3	3439650,000	3184930,000	1225000,000	1332740,000	2,49	0,006
E3 Costs	3568190,000	3824240,000	997849,000	1109290,000	-3,01	0,001
Total stock	3100,470	3233,510	265,008	468,142	-3,71	0,000
Coût des ventes perdues E2	514,033	8328,090	741,328	26814,900	-3,80	0,000
Coût des retards E2	128156,000	573285,000	143937,000	1120060,000	-5,19	0,000
E2 Stocks	676,192	913,649	84,182	248,299	-12,48	0,000

Tableau 40 : Caractérisation de la modalité « VMIE » de la variable illustrative type de mécanisme de coordination

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Profit E2	4492160,000	3894250,000	527370,000	1221690,000	6,39	0,000
Coût de transport E1	562024,000	534558,000	83584,100	63800,300	5,62	0,000
Profit CL	12656300,000	11313600,000	1420750,000	3366580,000	5,21	0,000
Profit E1	4742800,000	4234380,000	524627,000	1312400,000	5,06	0,000
Coût de transport E2	467900,000	452213,000	66479,100	51456,400	3,98	0,000
E3 Costs	3585800,000	3824240,000	1039680,000	1109290,000	-2,81	0,003
E1 Costs	5423460,000	5933370,000	818719,000	2002380,000	-3,32	0,000
Coût des ventes perdues E2	481,525	8328,090	693,717	26814,900	-3,82	0,000
Coût des ventes perdues E1	3651,290	16813,400	5331,400	41122,800	-4,18	0,000
Total costs	12961100,000	14311700,000	2088440,000	4117420,000	-4,28	0,000
Coût des retards E2	131526,000	573285,000	144194,000	1120060,000	-5,15	0,000
E2 Costs	3951890,000	4554060,000	469541,000	1317960,000	-5,96	0,000
Coût des retards E1	157889,000	1102960,000	142080,000	1611130,000	-7,66	0,000
E2 Stocks	686,009	913,649	100,368	248,299	-11,97	0,000
Total stock	2657,160	3233,510	295,340	468,142	-16,07	0,000
E1 Stocks	711,261	1045,030	81,834	215,074	-20,25	0,000

Tableau 41 : Caractérisation de la modalité « A1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Profit E1	4781830,000	4234380,000	772010,000	1312400,000	5,44	0,000
Coût de transport E1	551968,000	534558,000	74782,100	63800,300	3,56	0,000
Total stock	3124,490	3233,510	452,058	468,142	-3,04	0,001
E1 Costs	5399120,000	5933370,000	1460580,000	2002380,000	-3,48	0,000
E1 Stocks	929,113	1045,030	187,873	215,074	-7,03	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	27,837	60832,800	57,947	68475,300	-11,59	0,000

Tableau 42 : Caractérisation de la modalité « B1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Profit E1	4526710,000	4234380,000	883028,000	1312400,000	2,91	0,002
Coût des heures supplémentaires E1	20419,600	60832,800	19928,000	68475,300	-7,70	0,000

Tableau 43 : Caractérisation de la modalité « C1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût des ventes perdues E3	18758,500	11549,900	36193,200	27148,800	3,47	0,000
Coût des retards E1	1499110,000	1102960,000	1915400,000	1611130,000	3,21	0,001
Coût des ventes perdues E1	26131,000	16813,400	53904,500	41122,800	2,96	0,002
E1 Costs	6363240,000	5933370,000	2223230,000	2002380,000	2,80	0,003
Coût des retards E2	811961,000	573285,000	1323320,000	1120060,000	2,78	0,003
E1 Stocks	1084,620	1045,030	200,505	215,074	2,40	0,008
Coût des ventes perdues E2	13141,100	8328,090	35827,500	26814,900	2,34	0,010
Coût de transport E1	521379,000	534558,000	52299,800	63800,300	-2,70	0,004
Coût de transport E3	690410,000	695958,000	29155,600	22449,400	-3,23	0,001
Profit E2	3592000,000	3894250,000	1400940,000	1221690,000	-3,23	0,001
SR	0,973	0,983	0,051	0,038	-3,47	0,000
Profit CL	10247000,000	11313600,000	3751020,000	3366580,000	-4,13	0,000
E3 Stocks	1208,160	1274,830	195,566	185,611	-4,69	0,000
Profit E1	3652040,000	4234380,000	1530330,000	1312400,000	-5,79	0,000

Tableau 44 : Caractérisation de la modalité « D1 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût des heures supplémentaires E1	157074,000	60832,800	52209,600	68475,300	18,34	0,000
E1 Stocks	1155,030	1045,030	208,098	215,074	6,68	0,000
Total stock	3424,630	3233,510	436,671	468,142	5,33	0,000
Coût de transport E3	702232,000	695958,000	10351,100	22449,400	3,65	0,000
SR	0,994	0,983	0,018	0,038	3,52	0,000
E3 Stocks	1318,250	1274,830	154,701	185,611	3,05	0,001
Profit E3	3488950,000	3184930,000	985739,000	1332740,000	2,98	0,001
E1 Costs	6343940,000	5933370,000	2392550,000	2002380,000	2,68	0,004
Profit E1	3976920,000	4234380,000	1543160,000	1312400,000	-2,56	0,005
E3 Costs	3592550,000	3824240,000	869491,000	1109290,000	-2,73	0,003
Coût des ventes perdues E1	7979,670	16813,400	21587,900	41122,800	-2,80	0,003
Coût des retards E3	234694,000	497053,000	790414,000	1067890,000	-3,21	0,001
Retard E3	11,731	25,485	39,940	55,335	-3,24	0,001
Coût des ventes perdues E3	4239,620	11549,900	13132,500	27148,800	-3,51	0,000

Tableau 45 : Caractérisation de la modalité « A2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût de transport E2	488314,000	452213,000	60465,200	51456,400	9,16	0,000
Profit E2	4641030,000	3894250,000	498550,000	1221690,000	7,98	0,000
E3 Stocks	1383,990	1274,830	121,457	185,611	7,68	0,000
Profit CL	12798600,000	11313600,000	718467,000	3366580,000	5,76	0,000
Profit E3	3740930,000	3184930,000	301264,000	1332740,000	5,44	0,000
Coût de transport E3	705011,000	695958,000	47,812	22449,400	5,26	0,000
SR	0,999	0,983	0,000	0,038	5,24	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	11901,100	8313,720	20626,600	16733,100	2,80	0,003
E2 Stocks	866,861	913,649	224,184	248,299	-2,46	0,007
Coût des ventes perdues E2	802,667	8328,090	567,092	26814,900	-3,66	0,000
Coût des ventes perdues E1	2585,680	16813,400	4174,090	41122,800	-4,52	0,000
Coût des retards E2	184518,000	573285,000	179673,000	1120060,000	-4,53	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	36381,700	60832,800	48517,800	68475,300	-4,66	0,000
Coût des ventes perdues E3	657,702	11549,900	126,883	27148,800	-5,24	0,000
Coûts E3	3376150,000	3824240,000	301563,000	1109290,000	-5,27	0,000
Coûts E2	3975980,000	4554060,000	519016,000	1317960,000	-5,72	0,000
Retard E3	0,003	25,485	0,003	55,335	-6,01	0,000
Coût des retards E3	60,789	497053,000	68,342	1067890,000	-6,07	0,000
Coût des retards E1	251601,000	1102960,000	212037,000	1611130,000	-6,90	0,000
Total costs	11894200,000	14311700,000	1313540,000	4117420,000	-7,66	0,000
E1 Costs	4542040,000	5933370,000	644223,000	2002380,000	-9,07	0,000
Coût des heures supplémentaires E2	0,000	25558,100	0,000	34551,700	-9,65	0,000

Tableau 46 : Caractérisation de la modalité « B2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E3 Stocks	1357,550	1274,830	130,443	185,611	5,82	0,000
Profit E2	4380840,000	3894250,000	673732,000	1221690,000	5,20	0,000
Profit CL	12612600,000	11313600,000	1698240,000	3366580,000	5,04	0,000
SR	0,998	0,983	0,003	0,038	4,98	0,000
Coût de transport E3	704483,000	695958,000	2066,010	22449,400	4,96	0,000
Profit E3	3671080,000	3184930,000	451998,000	1332740,000	4,76	0,000
Coût de transport E2	466108,000	452213,000	43484,300	51456,400	3,52	0,000
Profit E1	4560660,000	4234380,000	905007,000	1312400,000	3,24	0,001
Coût des heures supplémentaires E3	11493,600	8313,720	19969,700	16733,100	2,48	0,007
Total stock	3317,560	3233,510	410,573	468,142	2,34	0,010
Coût des retards E2	300257,000	573285,000	679940,000	1120060,000	-3,18	0,001
E2 Costs	4223170,000	4554060,000	892043,000	1317960,000	-3,28	0,001
Coût des ventes perdues E2	1421,800	8328,090	3313,340	26814,900	-3,36	0,000
Coût des retards E1	608507,000	1102960,000	1010000,000	1611130,000	-4,01	0,000
Coût des ventes perdues E1	3493,210	16813,400	5810,300	41122,800	-4,23	0,000
E1 Costs	5284070,000	5933370,000	1312660,000	2002380,000	-4,23	0,000
Total costs	12948500,000	14311700,000	2522570,000	4117420,000	-4,32	0,000
E3 Costs	3441230,000	3824240,000	437367,000	1109290,000	-4,51	0,000
Coût des ventes perdues E3	1202,970	11549,900	2128,580	27148,800	-4,97	0,000
Coût des retards E3	69222,700	497053,000	271081,000	1067890,000	-5,23	0,000
Delay	3,279	25,485	12,841	55,335	-5,24	0,000
Coût des heures supplémentaires E2	800,613	25558,100	1669,380	34551,700	-9,35	0,000

Tableau 47 : Caractérisation de la modalité « C2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E1 Costs	6397630,000	5933370,000	1974990,000	2002380,000	3,03	0,001
Total costs	15048800,000	14311700,000	4211830,000	4117420,000	2,34	0,010
E3 Stocks	1241,360	1274,830	168,704	185,611	-2,35	0,009
Coût de transport E2	442265,000	452213,000	30975,500	51456,400	-2,52	0,006

Tableau 48 : Caractérisation de la modalité « D2 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût des heures supplémentaires E2	79166,100	25558,100	16790,900	34551,700	20,25	0,000
Coût des ventes perdues E3	34046,900	11549,900	42602,600	27148,800	10,81	0,000
Delay	69,921	25,485	78,778	55,335	10,48	0,000
Coût des retards E3	1341460,000	497053,000	1496610,000	1067890,000	10,32	0,000
E1 Costs	7509740,000	5933370,000	2222960,000	2002380,000	10,27	0,000
Total costs	17355200,000	14311700,000	4947250,000	4117420,000	9,65	0,000
Coût des ventes perdues E1	45862,800	16813,400	67454,300	41122,800	9,22	0,000
E3 Costs	4574220,000	3824240,000	1551810,000	1109290,000	8,82	0,000
Coût des retards E1	2187630,000	1102960,000	2050440,000	1611130,000	8,79	0,000
Coût des ventes perdues E2	23149,200	8328,090	45733,800	26814,900	7,21	0,000
E2 Costs	5271260,000	4554060,000	1693830,000	1317960,000	7,10	0,000
Coût des retards E2	1113980,000	573285,000	1571020,000	1120060,000	6,30	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	83739,300	60832,800	79703,700	68475,300	4,37	0,000
Total stock	3097,210	3233,510	528,769	468,142	-3,80	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	2312,770	8313,720	6210,050	16733,100	-4,68	0,000
Profit E1	3721350,000	4234380,000	1840250,000	1312400,000	-5,10	0,000
Profit E3	2210910,000	3184930,000	1891450,000	1332740,000	-9,54	0,000
Profit CL	8774830,000	11313600,000	4514290,000	3366580,000	-9,84	0,000
Coût de transport E2	412165,000	452213,000	29757,400	51456,400	-10,16	0,000
Coût de transport E3	677516,000	695958,000	35211,800	22449,400	-10,72	0,000
SR	0,952	0,983	0,060	0,038	-10,82	0,000
E3 Stocks	1116,420	1274,830	180,565	185,611	-11,14	0,000
Profit E2	2842570,000	3894250,000	1475420,000	1221690,000	-11,23	0,000

Tableau 49 : Caractérisation de la modalité « A3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Profit E3	3995500,000	3184930,000	226497,000	1332740,000	7,94	0,000
Coût de transport E3	705008,000	695958,000	45,141	22449,400	5,26	0,000
SR	0,999	0,983	0,000	0,038	5,24	0,000
Profit CL	12276300,000	11313600,000	375221,000	3366580,000	3,73	0,000
E2 Stocks	982,012	913,649	226,965	248,299	3,59	0,000
Coût des ventes perdues E2	751,649	8328,090	586,199	26814,900	-3,69	0,000
Coût des heures supplémentaires E2	14108,200	25558,100	24455,300	34551,700	-4,32	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	36546,800	60832,800	48718,200	68475,300	-4,63	0,000
Coût des ventes perdues E1	2084,990	16813,400	2963,100	41122,800	-4,67	0,000
Coût des ventes perdues E3	658,519	11549,900	127,945	27148,800	-5,24	0,000
Coût de transport E2	431357,000	452213,000	32492,700	51456,400	-5,29	0,000
Coût des retards E2	66831,800	573285,000	42510,400	1120060,000	-5,90	0,000
Retard E3	0,003	25,485	0,004	55,335	-6,01	0,000
Coût des retards E3	65,011	497053,000	78,723	1067890,000	-6,07	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	0,000	8313,720	0,000	16733,100	-6,48	0,000
Coût des retards E1	278239,000	1102960,000	235102,000	1611130,000	-6,68	0,000
E3 Costs	3121900,000	3824240,000	226290,000	1109290,000	-8,26	0,000
E1 Costs	4503890,000	5933370,000	621734,000	2002380,000	-9,32	0,000
E2 Costs	3581460,000	4554060,000	239722,000	1317960,000	-9,63	0,000
Total costs	11207200,000	14311700,000	798285,000	4117420,000	-9,84	0,000
Coût de transport E1	469219,000	534558,000	37014,000	63800,300	-13,37	0,000

Tableau 50 : Caractérisation de la modalité « B3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Profit E3	3781130,000	3184930,000	323611,000	1332740,000	5,84	0,000
SR	0,998	0,983	0,003	0,038	5,02	0,000
Coût de transport E3	704548,000	695958,000	1840,670	22449,400	4,99	0,000
Profit CL	12453200,000	11313600,000	1569900,000	3366580,000	4,42	0,000
E3 Stocks	1326,910	1274,830	96,484	185,611	3,66	0,000
Profit E1	4563430,000	4234380,000	901783,000	1312400,000	3,27	0,001
Total stock	3331,080	3233,510	408,484	468,142	2,72	0,003
Coût des ventes perdues E2	1236,880	8328,090	2411,530	26814,900	-3,45	0,000
Coût de transport E1	516200,000	534558,000	41093,900	63800,300	-3,76	0,000
Coût des retards E1	625731,000	1102960,000	1023040,000	1611130,000	-3,87	0,000
E1 Costs	5281100,000	5933370,000	1294090,000	2002380,000	-4,25	0,000
Coût des ventes perdues E1	3256,880	16813,400	5487,660	41122,800	-4,30	0,000
Coût des retards E2	203046,000	573285,000	472254,000	1120060,000	-4,31	0,000
Coût des ventes perdues E3	1108,150	11549,900	1785,820	27148,800	-5,02	0,000
E2 Costs	4044820,000	4554060,000	571377,000	1317960,000	-5,04	0,000
Total costs	12657800,000	14311700,000	1991690,000	4117420,000	-5,24	0,000
Coût des retards E3	60274,700	497053,000	236886,000	1067890,000	-5,34	0,000
Retard E3	2,851	25,485	11,209	55,335	-5,34	0,000
E3 Costs	3331880,000	3824240,000	310951,000	1109290,000	-5,79	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	0,000	8313,720	0,000	16733,100	-6,48	0,000

Tableau 51 : Caractérisation de la modalité « C3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût de transport E1	559408,000	534558,000	43234,000	63800,300	5,08	0,000
E1 Costs	6435300,000	5933370,000	1953710,000	2002380,000	3,27	0,001
E2 Costs	4872560,000	4554060,000	1244360,000	1317960,000	3,15	0,001
Total costs	15289900,000	14311700,000	3814630,000	4117420,000	3,10	0,001
Coût des heures supplémentaires E3	0,000	8313,720	0,000	16733,100	-6,48	0,000

Tableau 52 : Caractérisation de la modalité « D3 » de la variable illustrative classe d'efficacité de l'échelon

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût des heures supplémentaires E3	33254,800	8313,720	17046,300	16733,100	19,45	0,000
E3 Costs	4861180,000	3824240,000	1376090,000	1109290,000	12,20	0,000
Coût de transport E1	593407,000	534558,000	51643,700	63800,300	12,04	0,000
Total costs	18091800,000	14311700,000	4586770,000	4117420,000	11,98	0,000
E2 Costs	5717390,000	4554060,000	1534800,000	1317960,000	11,52	0,000
Coût des ventes perdues E3	34234,500	11549,900	42593,900	27148,800	10,91	0,000
Retard E3	70,072	25,485	78,296	55,335	10,52	0,000
Coût des retards E3	1344810,000	497053,000	1486570,000	1067890,000	10,36	0,000
E1 Costs	7513200,000	5933370,000	2223330,000	2002380,000	10,30	0,000
Coût des ventes perdues E1	46412,100	16813,400	67244,300	41122,800	9,39	0,000
Coût des retards E2	1302390,000	573285,000	1555540,000	1120060,000	8,50	0,000
Coût des retards E1	2127880,000	1102960,000	2074480,000	1611130,000	8,30	0,000
Coût des ventes perdues E2	23955,700	8328,090	46304,800	26814,900	7,61	0,000
Coût de transport E2	469699,000	452213,000	76016,400	51456,400	4,44	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	83678,800	60832,800	79618,200	68475,300	4,35	0,000
Coût des heures supplémentaires E2	34239,300	25558,100	37670,900	34551,700	3,28	0,001
Profit E2	3670000,000	3894250,000	1849060,000	1221690,000	-2,40	0,008
E1 Stocks	1004,810	1045,030	215,420	215,074	-2,44	0,007
E3 Stocks	1227,990	1274,830	271,776	185,611	-3,29	0,000
E2 Stocks	846,261	913,649	261,552	248,299	-3,54	0,000
Total stock	3079,060	3233,510	535,294	468,142	-4,31	0,000
Profit E1	3721780,000	4234380,000	1851950,000	1312400,000	-5,10	0,000
Profit CL	9314410,000	11313600,000	4839520,000	3366580,000	-7,75	0,000
Coût de transport E3	677396,000	695958,000	35203,700	22449,400	-10,79	0,000
SR	0,951	0,983	0,060	0,038	-10,91	0,000
Profit E3	1922630,000	3184930,000	1703900,000	1332740,000	-12,36	0,000

Tableau 53 : Caractérisation de la modalité « NPNP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
E1 Stocks	1170,710	1045,030	200,801	215,074	3,41	0,000
Profit E3	3958310,000	3184930,000	235413,000	1332740,000	3,39	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	96939,700	60832,800	50036,400	68475,300	3,08	0,001
Total stock	3441,820	3233,510	372,243	468,142	2,60	0,005
Coût de transport E3	705022,000	695958,000	45,407	22449,400	2,36	0,009
SR	0,999	0,983	0,000	0,038	2,34	0,010
Coût des ventes perdues E3	658,301	11549,900	130,026	27148,800	-2,34	0,010
Coût des retards E2	73378,500	573285,000	50575,800	1120060,000	-2,61	0,005
Retard E3	0,003	25,485	0,003	55,335	-2,69	0,004
Coût des retards E3	62,734	497053,000	57,486	1067890,000	-2,72	0,003
Coût des heures supplémentaires E3	0,000	8313,720	0,000	16733,100	-2,90	0,002
E1 Costs	4827570,000	5933370,000	526154,000	2002380,000	-3,22	0,001
Coût des retards E1	201598,000	1102960,000	152066,000	1611130,000	-3,27	0,001
E3 Costs	3159610,000	3824240,000	234870,000	1109290,000	-3,50	0,000
Total costs	11636000,000	14311700,000	799491,000	4117420,000	-3,79	0,000
Coût des heures supplémentaires E2	2792,110	25558,100	4858,560	34551,700	-3,85	0,000
E2 Costs	3648820,000	4554060,000	272491,000	1317960,000	-4,01	0,000
Coût de transport E1	467279,000	534558,000	23761,800	63800,300	-6,15	0,000

Tableau 54 : Caractérisation de la modalité « NPP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût de transport E2	482371,000	452213,000	54461,600	51456,400	8,93	0,000
E3 Stocks	1370,930	1274,830	135,487	185,611	7,89	0,000
Profit E2	4497390,000	3894250,000	761094,000	1221690,000	7,52	0,000
SR	0,998	0,983	0,003	0,038	5,83	0,000
Coût de transport E3	704531,000	695958,000	1881,280	22449,400	5,82	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	84587,500	60832,800	70601,300	68475,300	5,29	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	13897,900	8313,720	21286,300	16733,100	5,09	0,000
Profit E3	3625190,000	3184930,000	435189,000	1332740,000	5,03	0,000
Profit CL	12347100,000	11313600,000	1900360,000	3366580,000	4,68	0,000
Total stock	3356,990	3233,510	420,453	468,142	4,02	0,000
E1 Stocks	1097,790	1045,030	198,829	215,074	3,74	0,000
E2 Costs	4309760,000	4554060,000	989217,000	1317960,000	-2,83	0,002
Coût des retards E2	360267,000	573285,000	763237,000	1120060,000	-2,90	0,002
Coût des ventes perdues E2	1440,870	8328,090	3216,430	26814,900	-3,91	0,000
E1 Costs	5418860,000	5933370,000	1693600,000	2002380,000	-3,92	0,000
Total costs	13216000,000	14311700,000	2950180,000	4117420,000	-4,06	0,000
Coût des retards E1	626621,000	1102960,000	1245970,000	1611130,000	-4,51	0,000
E3 Costs	3487390,000	3824240,000	422710,000	1109290,000	-4,63	0,000
Coût des ventes perdues E1	3815,190	16813,400	6209,740	41122,800	-4,82	0,000
Coût des ventes perdues E3	1165,610	11549,900	1947,590	27148,800	-5,83	0,000
Coût des retards E3	72417,500	497053,000	258586,000	1067890,000	-6,06	0,000
Retard E3	3,424	25,485	12,236	55,335	-6,08	0,000
Coût des heures supplémentaires E2	5072,220	25558,100	15132,200	34551,700	-9,04	0,000

Tableau 55 : Caractérisation de la modalité « PNP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût des heures supplémentaires E2	49166,400	25558,100	36665,500	34551,700	10,08	0,000
E2 Stocks	975,866	913,649	249,819	248,299	3,70	0,000
E3 Stocks	1216,260	1274,830	154,945	185,611	-4,66	0,000
Coût de transport E1	512745,000	534558,000	59997,900	63800,300	-5,05	0,000
Profit E2	3434530,000	3894250,000	1083400,000	1221690,000	-5,55	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	0,000	8313,720	0,000	16733,100	-7,33	0,000
Coût de transport E2	422091,000	452213,000	27981,700	51456,400	-8,64	0,000

Tableau 56 : Caractérisation de la modalité « PP » de la variable illustrative forme de la relation FO/DO

Variables caractéristiques	Moyennes dans la modalité	Moyenne générale	Ecart-type dans la modalité	Ecart-type général	Valeur-Test	Probabilité
Coût des ventes perdues E3	26253,200	11549,900	39978,600	27148,800	8,52	0,000
E3 Costs	4389800,000	3824240,000	1435030,000	1109290,000	8,02	0,000
Retard E3	52,689	25,485	75,098	55,335	7,73	0,000
Coût des retards E3	1009160,000	497053,000	1428590,000	1067890,000	7,54	0,000
Coût des ventes perdues E1	35518,700	16813,400	62008,400	41122,800	7,15	0,000
Coût de transport E1	561759,000	534558,000	59335,600	63800,300	6,71	0,000
Total costs	15862600,000	14311700,000	4975570,000	4117420,000	5,92	0,000
E2 Costs	5046590,000	4554060,000	1560640,000	1317960,000	5,88	0,000
Coût des ventes perdues E2	18313,800	8328,090	41745,900	26814,900	5,86	0,000
Coût des retards E2	909944,000	573285,000	1396590,000	1120060,000	4,73	0,000
Coût des retards E1	1582150,000	1102960,000	1870170,000	1611130,000	4,68	0,000
E1 Costs	6426210,000	5933370,000	2314860,000	2002380,000	3,87	0,000
Coût des heures supplémentaires E3	12173,400	8313,720	17406,400	16733,100	3,63	0,000
E2 Stocks	864,629	913,649	249,011	248,299	-3,10	0,001
E3 Stocks	1236,930	1274,830	227,445	185,611	-3,21	0,001
Profit CL	10309000,000	11313600,000	4429880,000	3366580,000	-4,69	0,000
Total stock	3072,030	3233,510	474,655	468,142	-5,43	0,000
E1 Stocks	970,477	1045,030	201,730	215,074	-5,45	0,000
Coût des heures supplémentaires E1	34787,600	60832,800	57470,300	68475,300	-5,98	0,000
Profit E3	2472990,000	3184930,000	1758440,000	1332740,000	-8,40	0,000
Coût de transport E3	683959,000	695958,000	33018,400	22449,400	-8,41	0,000
SR	0,963	0,983	0,056	0,038	-8,52	0,000

Annexe E. Caractérisation des variables continues par les variables illustrative

Tableau 57 : Caractérisation de la variable continue « Profit total » par les variables illustratives

Libellé de la variable	Nombre de Degrés de liberté	Fisher	Valeur-Test	Probabilité
Ech2	508	50,40	11,02	0,000
Ech3	508	26,99	8,08	0,000
Type MC	507	10,88	5,51	0,000
Dde_MC	504	6,79	5,20	0,000
FO/DO PNPMC	480	3,05	5,11	0,000
FO/DO PNP	508	11,58	5,04	0,000
Type demande	510	14,05	3,72	0,000
Ech1	508	6,11	3,33	0,000

Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Ensemble	11313600,00	3366580,00			512,00
Ech2	A2	12798600,00	718467,00	5,76	0,000	128,00
Type MC	VMIE	12656300,00	1420750,00	5,21	0,000	128,00
Ech2	B2	12612600,00	1698240,00	5,04	0,000	128,00
FO/DO PNP	NPP	12347100,00	1900360,00	4,68	0,000	160,00
Ech3	B3	12453200,00	1569900,00	4,42	0,000	128,00
Dde_MC	VMIE_DS	12797900,00	1221870,00	3,77	0,000	64,00
Ech3	A3	12276300,00	375221,00	3,73	0,000	128,00
Type demande	DS	12025200,00	2343860,00	3,70	0,000	192,00
Dde_MC	VMIE_DV	12514700,00	1582390,00	3,05	0,001	64,00
FO/DO PNPMC	NPP_VMIE_DS	13211800,00	735463,00	2,57	0,005	20,00
FO/DO PNPMC	NPP_VMIE_DV	13107300,00	674409,00	2,43	0,008	20,00
Dde_MC	PIE_DV	10090800,00	4372220,00	-3,10	0,001	64,00
Type MC	PIE	10090800,00	4372220,00	-3,10	0,001	64,00
Type MC	PI	10088900,00	4393830,00	-3,11	0,001	64,00
Dde_MC	PI_DV	10088900,00	4393830,00	-3,11	0,001	64,00
FO/DO PNPMC	PP_Std_DV	8977480,00	5456740,00	-3,24	0,001	21,00
Type demande	DV	10886500,00	3788360,00	-3,70	0,000	320,00
FO/DO PNPMC	PP_PI_DV	8564550,00	5607950,00	-3,82	0,000	21,00
FO/DO PNPMC	PP_PIE_DV	8534140,00	5639260,00	-3,86	0,000	21,00
Ech1	C1	10247000,00	3751020,00	-4,13	0,000	128,00
FO/DO PNP	PP	10309000,00	4429880,00	-4,69	0,000	167,00
Ech3	D3	9314410,00	4839520,00	-7,75	0,000	128,00
Ech2	D2	8774830,00	4514290,00	-9,84	0,000	128,00

Tableau 58 : Caractérisation de la variable continue « Taux de service au client final » par les variables illustratives

Libellé de la variable	Nombre de Degrés de liberté	Fisher	Valeur-Test	Probabilité
Ech3	508	57,24	11,70	0,000
Ech2	508	56,11	11,59	0,000
FO/DO PNP	508	31,07	8,69	0,000
FO/DO PNPMC	480	2,84	4,73	0,000
Ech1	508	6,36	3,43	0,000
Type demande	510	0,02	0,13	0,899
Type MC	507	0,00	-4,21	1,000
Dde_MC	504	0,00	-5,56	1,000

Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Ensemble	0,98	0,04			512,00
FO/DO PNP	NPP	1,00	0,00	5,83	0,000	160,00
Ech2	A2	1,00	0,00	5,24	0,000	128,00
Ech3	A3	1,00	0,00	5,24	0,000	128,00
Ech3	B3	1,00	0,00	5,02	0,000	128,00
Ech2	B2	1,00	0,00	4,98	0,000	128,00
Ech1	D1	0,99	0,02	3,52	0,000	128,00
FO/DO PNP	NPNP	1,00	0,00	2,34	0,010	32,00
FO/DO PNPMC	PP_PIE_DV	0,96	0,06	-2,44	0,007	21,00
FO/DO PNPMC	PP_Std_DV	0,96	0,06	-2,45	0,007	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMI_DV	0,96	0,06	-2,45	0,007	21,00
FO/DO PNPMC	PP_PI_DV	0,96	0,06	-2,48	0,007	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMIE_DV	0,96	0,06	-2,49	0,006	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMI_DS	0,96	0,06	-2,56	0,005	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMIE_DS	0,96	0,06	-2,64	0,004	21,00
FO/DO PNPMC	PP_Std_DS	0,96	0,06	-2,69	0,004	20,00
Ech1	C1	0,97	0,05	-3,47	0,000	128,00
FO/DO PNP	PP	0,96	0,06	-8,52	0,000	167,00
Ech2	D2	0,95	0,06	-10,82	0,000	128,00
Ech3	D3	0,95	0,06	-10,91	0,000	128,00

Tableau 59 : Caractérisation de la variable continue « Retard au client final » par les variables illustratives

Libellé de la variable	Nombre de Degrés de liberté	Fisher	Valeur-Test	Probabilité
Ech3	508	58,93	11,86	0,000
Ech2	508	58,07	11,78	0,000
FO/DO PNP	508	28,01	8,24	0,000
FO/DO PNPMC	480	2,88	4,80	0,000
Ech1	508	3,85	2,35	0,009
Type demande	510	4,36	2,08	0,037
Dde_MC	504	0,63	-0,61	0,729
Type MC	507	0,32	-1,11	0,866

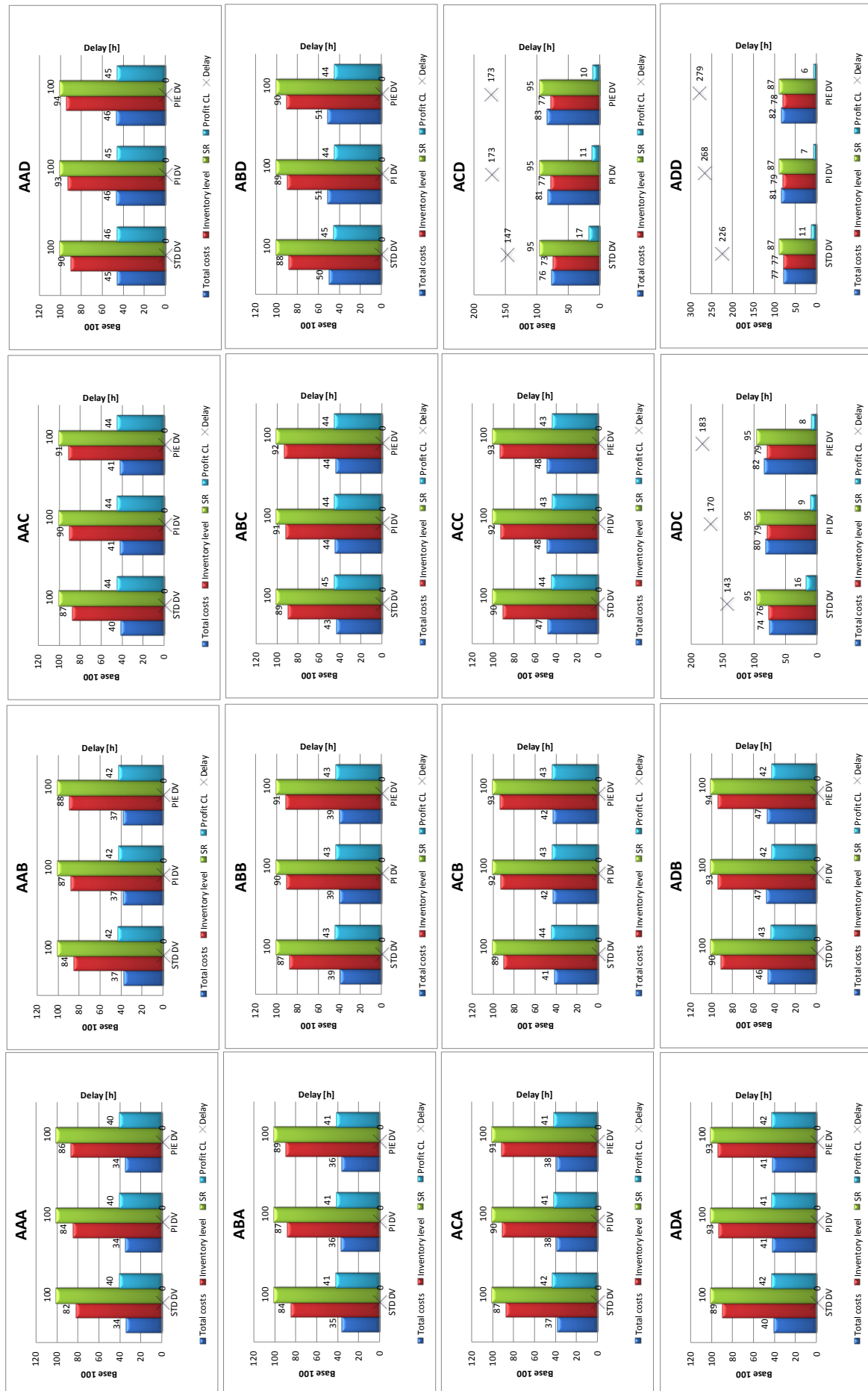
Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Ensemble	25,49	55,34			512,00
Ech3	D3	70,07	78,30	10,52	0,000	128,00
Ech2	D2	69,92	78,78	10,48	0,000	128,00
FO/DO PNP	PP	52,69	75,10	7,73	0,000	167,00
FO/DO PNPMC	PP_PIE_DV	65,12	91,83	3,35	0,000	21,00
FO/DO PNPMC	PP_PI_DV	61,90	87,67	3,08	0,001	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMIE_DV	61,86	85,85	3,07	0,001	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMI_DV	58,29	81,35	2,77	0,003	21,00
FO/DO PNPMC	PP_Std_DV	57,81	79,69	2,73	0,003	21,00
FO/DO PNP	NPNP	0,00	0,00	-2,69	0,004	32,00
Ech1	D1	11,73	39,94	-3,24	0,001	128,00
Ech2	B2	3,28	12,84	-5,24	0,000	128,00
Ech3	B3	2,85	11,21	-5,34	0,000	128,00
Ech3	A3	0,00	0,00	-6,01	0,000	128,00
Ech2	A2	0,00	0,00	-6,01	0,000	128,00
FO/DO PNP	NPP	3,42	12,24	-6,08	0,000	160,00

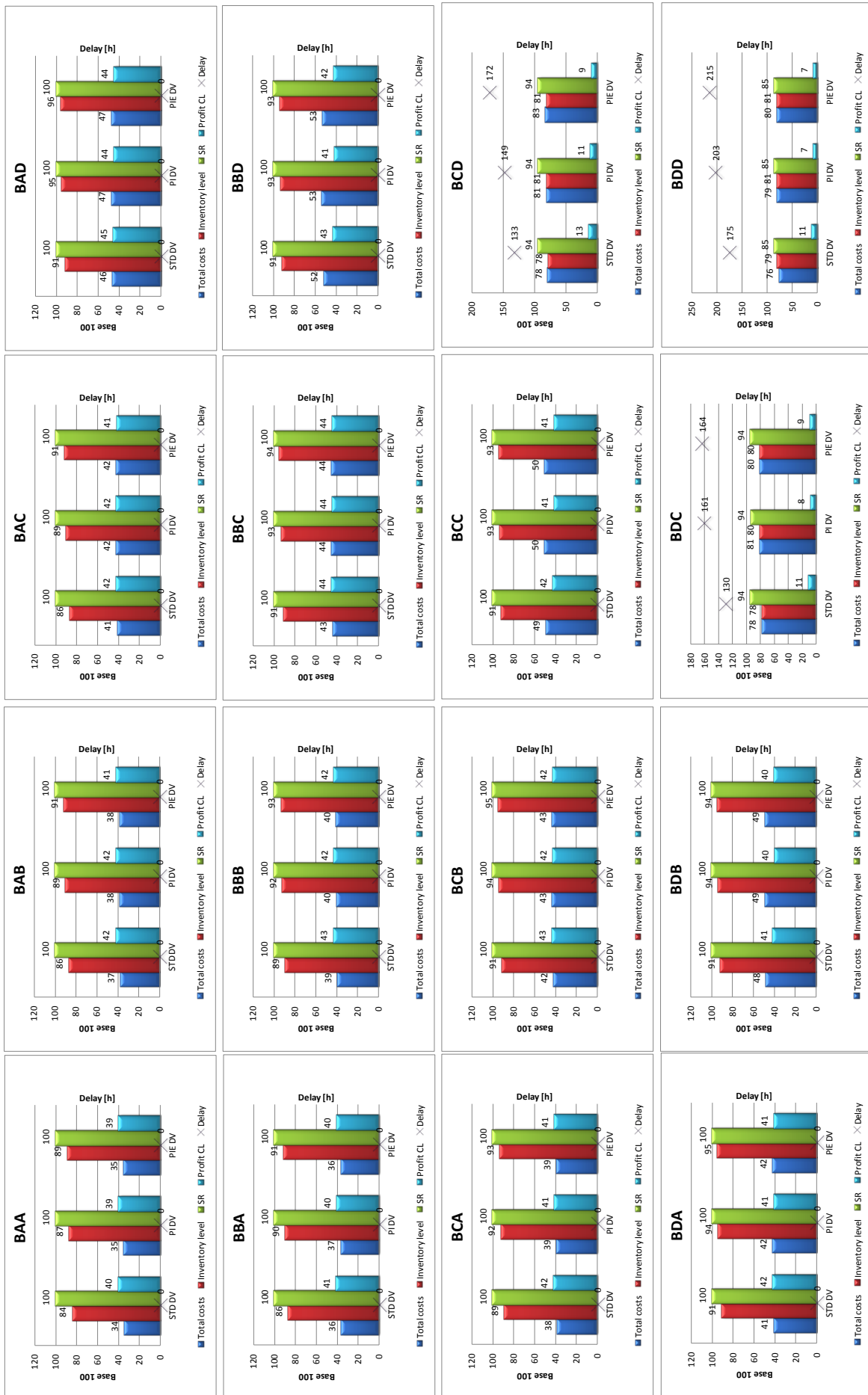
Tableau 60 : Caractérisation de la variable continue « Stock total » par les variables illustratives

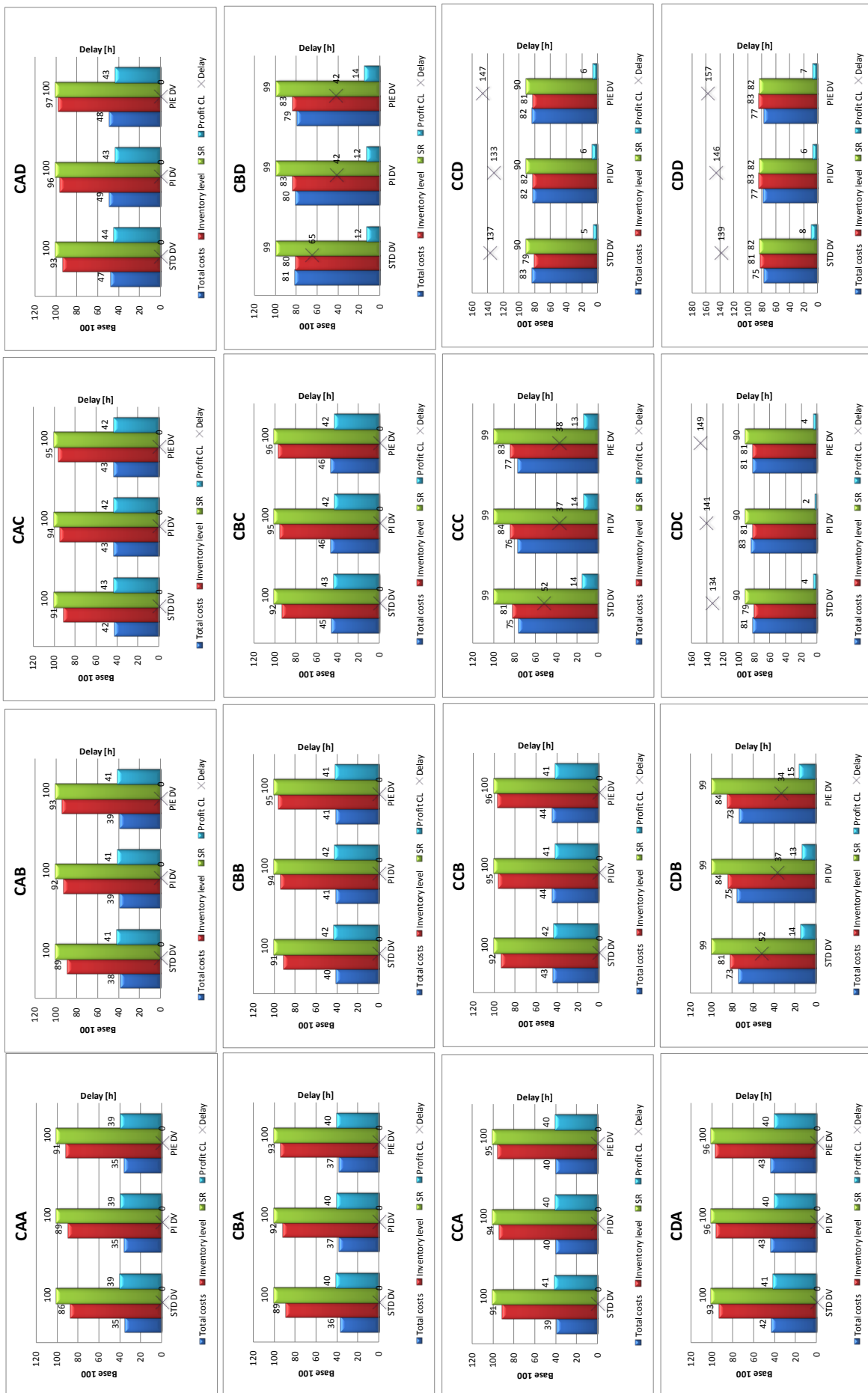
Libellé de la variable	Nombre de Degrés de liberté	Fisher	Valeur-Test	Probabilité
FO/DO PNPMC	480	51,13	24,35	0,000
Type MC	507	286,46	24,10	0,000
Dde_MC	504	163,29	23,77	0,000
FO/DO PNP	508	13,32	5,48	0,000
Type demande	510	26,57	5,09	0,000
Ech1	508	10,71	4,81	0,000
Ech3	508	7,89	3,96	0,000
Ech2	508	6,09	3,32	0,000

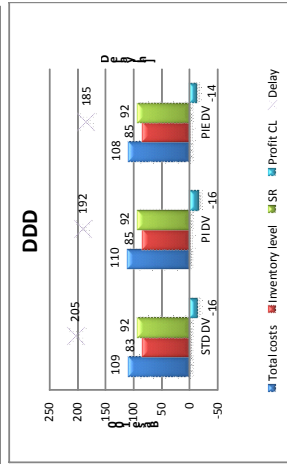
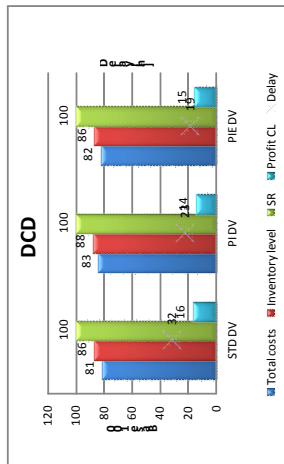
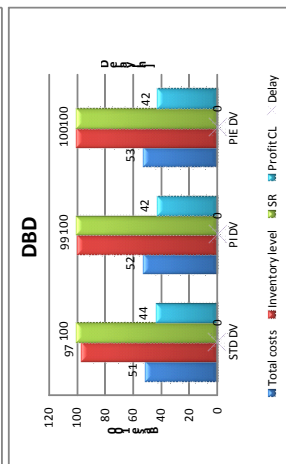
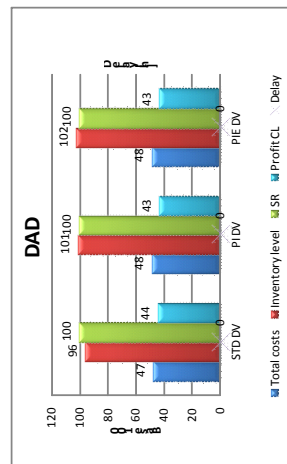
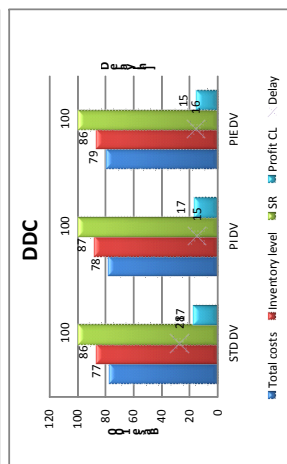
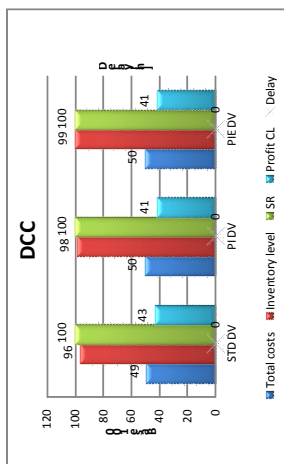
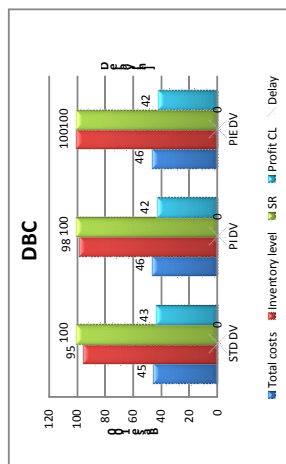
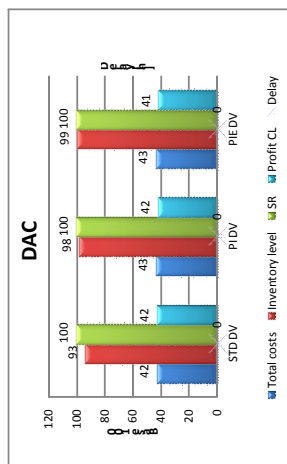
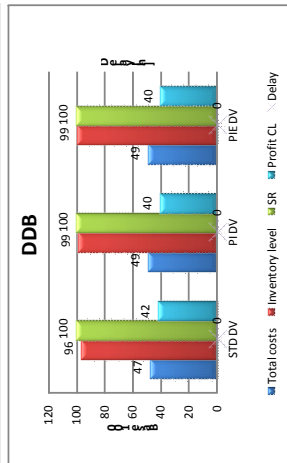
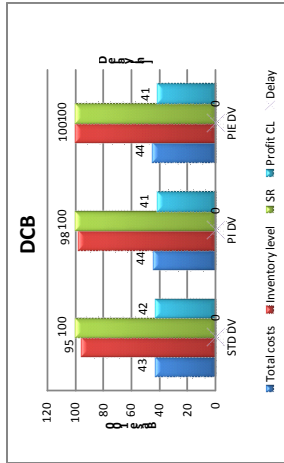
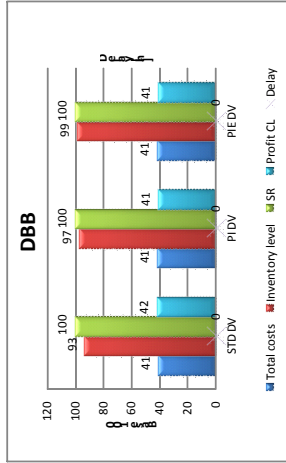
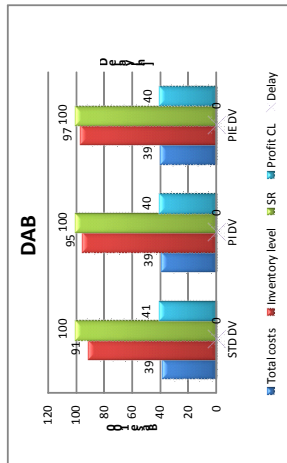
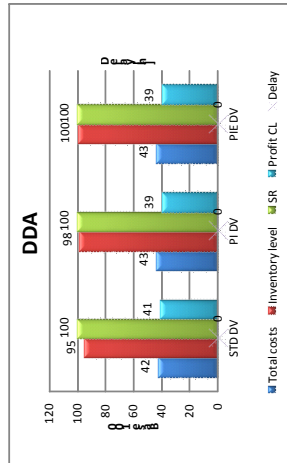
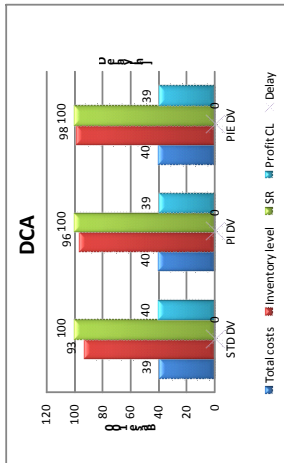
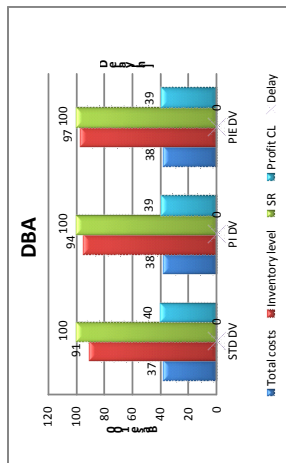
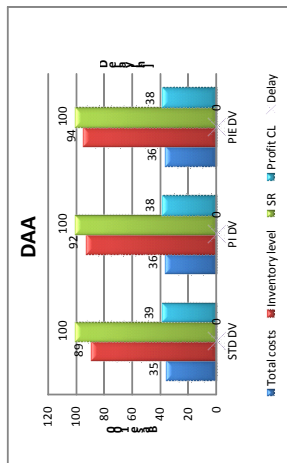
Libellé de la variable	Modalité caractéristique	Moyenne	Ecart-type	Valeur-Test	Probabilité	Poids
	Ensemble	3233,51	468,14			512,00
Type MC	Std	3533,88	231,16	8,37	0,000	128,00
Type MC	PIE	3660,29	250,69	7,79	0,000	64,00
Dde_MC	PIE_DV	3660,29	250,69	7,79	0,000	64,00
Dde_MC	PI_DV	3624,79	230,60	7,14	0,000	64,00
Type MC	PI	3624,79	230,60	7,14	0,000	64,00
Dde_MC	Std_DS	3554,34	237,30	5,86	0,000	64,00
FO/DO PNPMC	NPP_PIE_DV	3794,83	188,98	5,46	0,000	20,00
Ech1	D1	3424,63	436,67	5,33	0,000	128,00
Dde_MC	Std_DV	3513,43	222,98	5,11	0,000	64,00
Type demande	DV	3314,21	457,78	5,03	0,000	320,00
FO/DO PNPMC	NPP_PI_DV	3741,59	180,14	4,95	0,000	20,00
FO/DO PNPMC	NPP_Std_DS	3664,44	177,25	4,20	0,000	20,00
FO/DO PNP	NPP	3356,99	420,45	4,02	0,000	160,00
FO/DO PNPMC	PNP_PIE_DV	3647,44	243,87	3,92	0,000	19,00
FO/DO PNPMC	NPP_Std_DV	3618,67	167,31	3,75	0,000	20,00
FO/DO PNPMC	PNP_PI_DV	3624,46	227,40	3,71	0,000	19,00
FO/DO PNPMC	PNP_Std_DS	3562,24	234,27	3,20	0,001	20,00
Ech3	B3	3331,08	408,48	2,72	0,003	128,00
FO/DO PNPMC	PP_PIE_DV	3501,66	223,92	2,68	0,004	21,00
FO/DO PNPMC	PNP_Std_DV	3512,84	225,45	2,65	0,004	19,00
FO/DO PNP	NPNP	3441,82	372,24	2,60	0,005	32,00
FO/DO PNPMC	PP_PI_DV	3480,15	206,75	2,46	0,007	21,00
Ech2	B2	3317,56	410,57	2,34	0,010	128,00
Dde_MC	VMI_DS	3100,61	261,87	-2,43	0,008	64,00
Dde_MC	VMI_DV	3100,32	268,11	-2,43	0,008	64,00
FO/DO PNPMC	PP_VMI_DV	2929,71	265,06	-3,03	0,001	21,00
Ech1	A1	3124,49	452,06	-3,04	0,001	128,00
FO/DO PNPMC	PP_VMI_DS	2926,06	252,79	-3,07	0,001	21,00
Type MC	VMI	3100,47	265,01	-3,71	0,000	128,00
Ech3'	B3VMIE_DV	2798,83	173,92	-3,77	0,000	16,00
Ech2'	B2VMIE_DV	2796,29	181,08	-3,79	0,000	16,00
Ech2	D2	3097,21	528,77	-3,80	0,000	128,00
FO/DO PNPMC	NPP_VMIE_DV	2824,90	201,05	-3,98	0,000	20,00
Ech3	D3	3079,06	535,29	-4,31	0,000	128,00
FO/DO PNPMC	NPP_VMIE_DS	2785,01	171,04	-4,37	0,000	20,00
Type demande	DS	3099,02	454,10	-5,03	0,000	192,00
FO/DO PNP	PP	3072,03	474,66	-5,43	0,000	167,00
FO/DO PNPMC	PNP_VMIE_DV	2647,78	307,39	-5,55	0,000	19,00
FO/DO PNPMC	PNP_VMIE_DS	2634,15	276,31	-5,68	0,000	19,00
FO/DO PNPMC	PP_VMIE_DV	2495,44	316,28	-7,37	0,000	21,00
FO/DO PNPMC	PP_VMIE_DS	2470,35	282,92	-7,62	0,000	21,00
Dde_MC	VMIE_DV	2672,21	310,42	-10,24	0,000	64,00
Dde_MC	VMIE_DS	2642,11	278,64	-10,79	0,000	64,00
Type MC	VMIE	2657,16	295,34	-16,07	0,000	128,00

Annexe F. Résultats des mécanismes de partage d'informations sur les chaînes logistiques

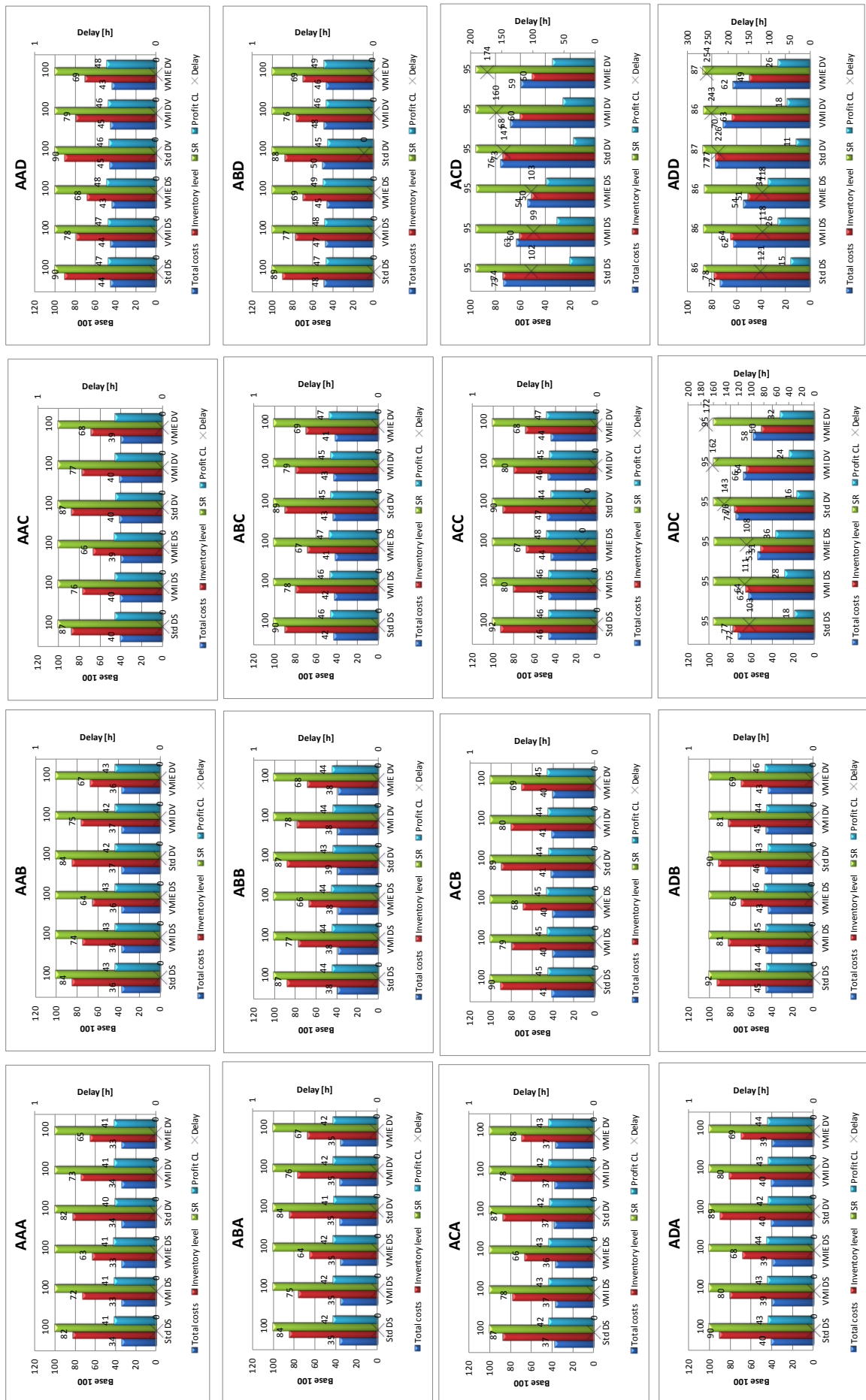


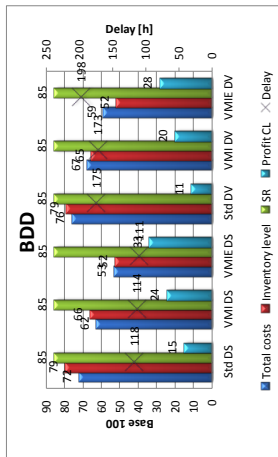
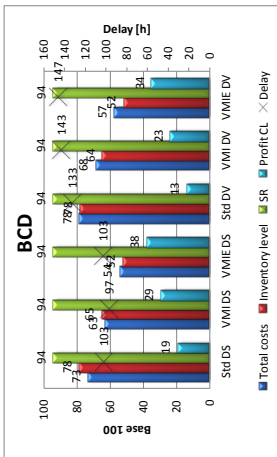
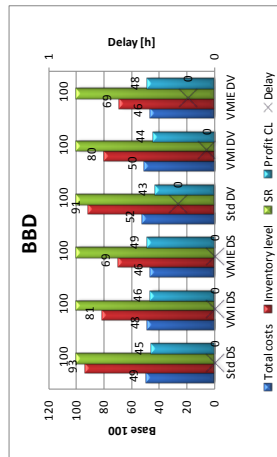
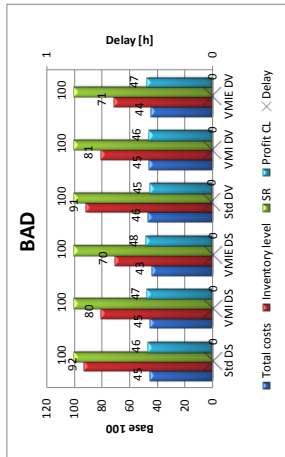
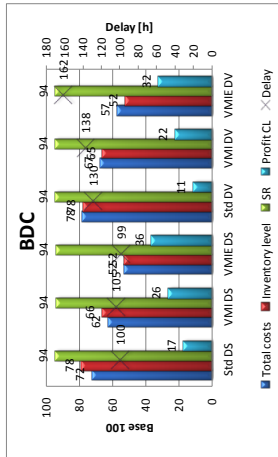
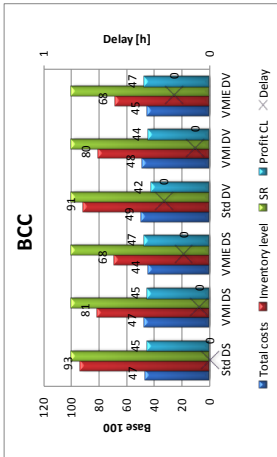
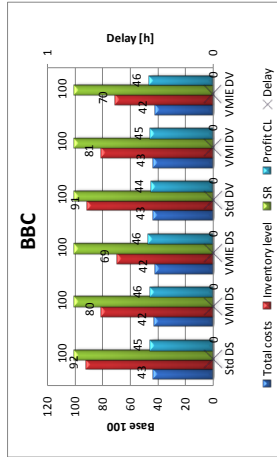
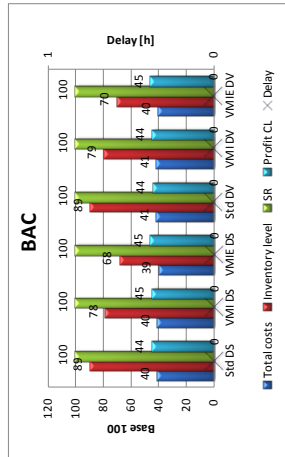
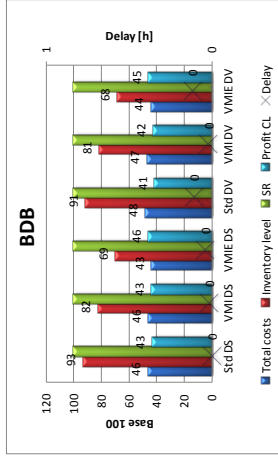
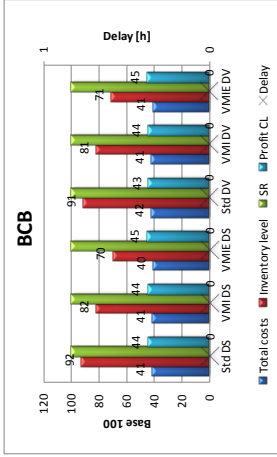
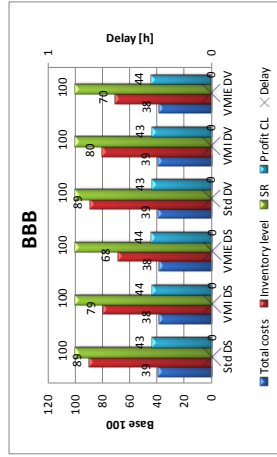
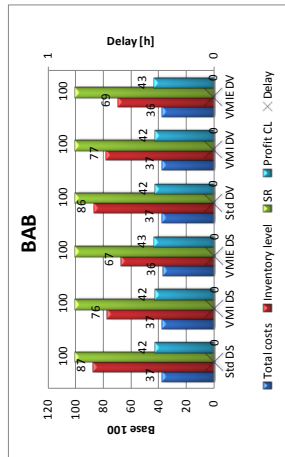
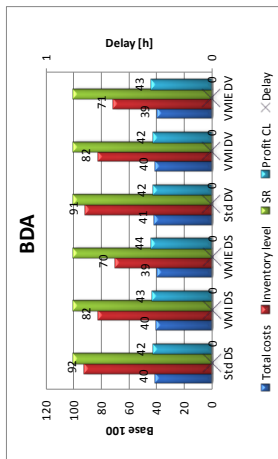
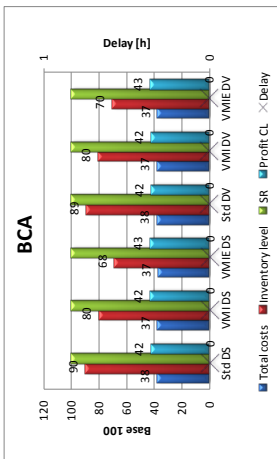
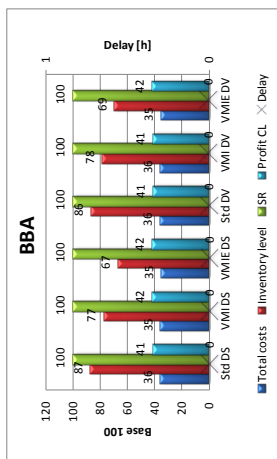
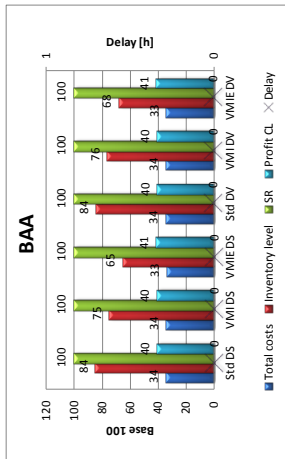


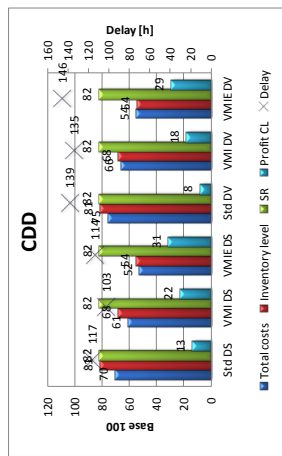
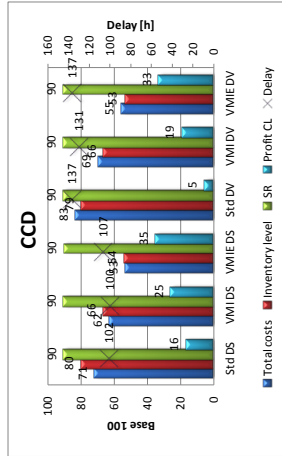
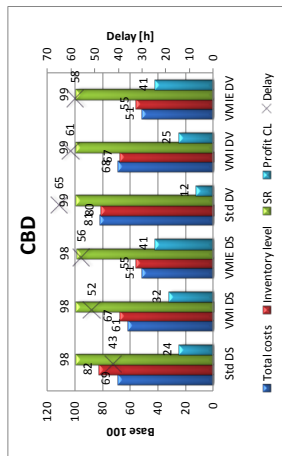
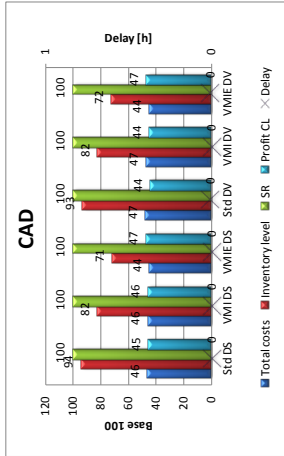
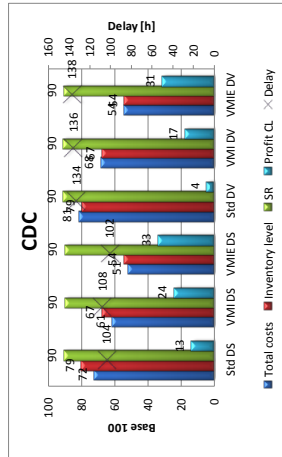
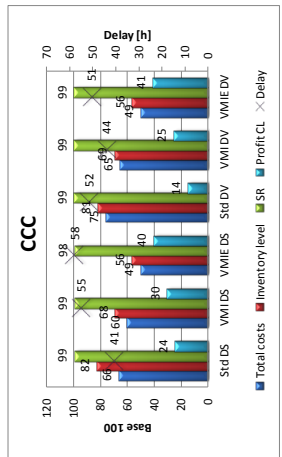
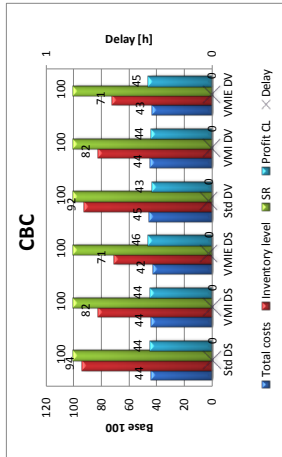
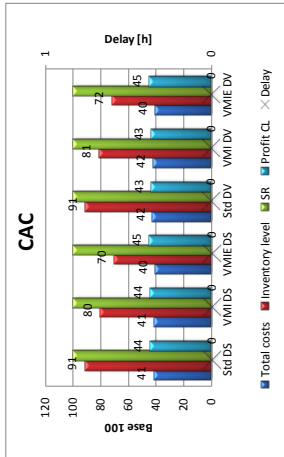
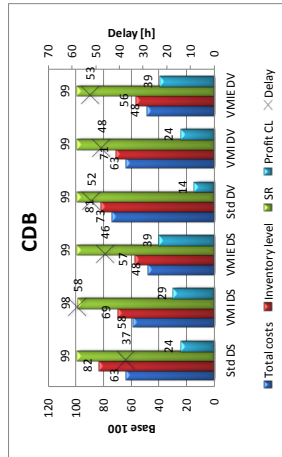
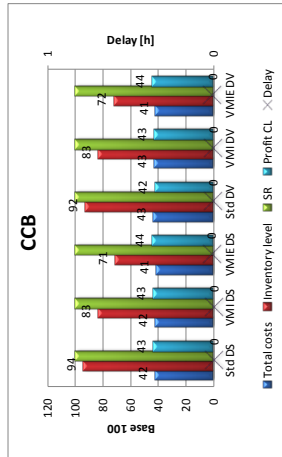
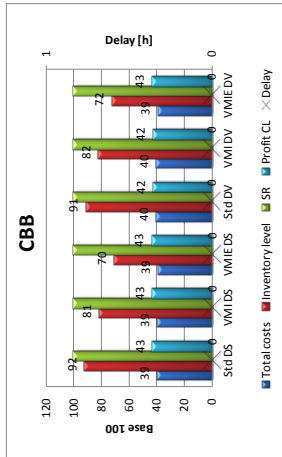
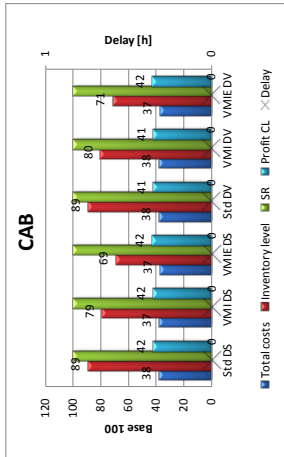
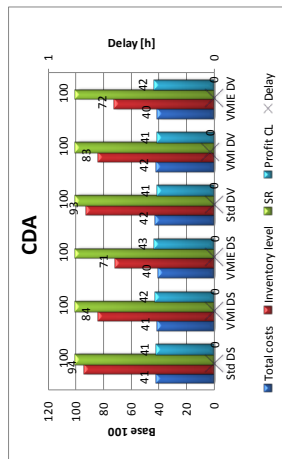
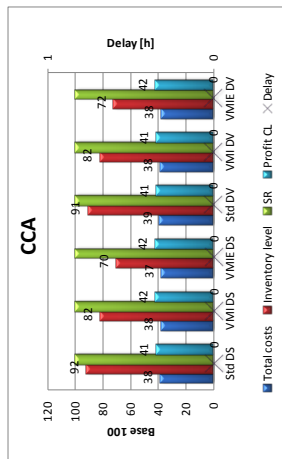
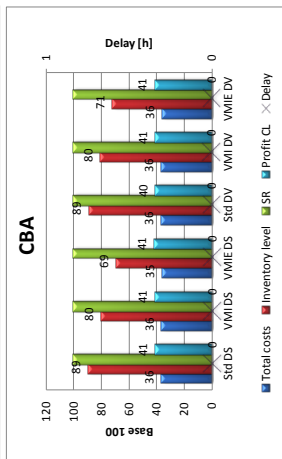
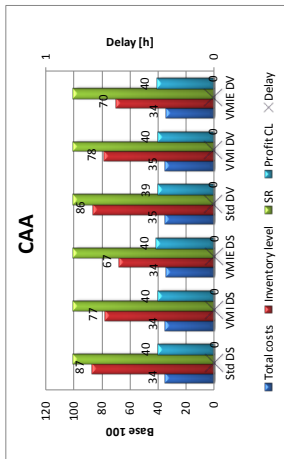


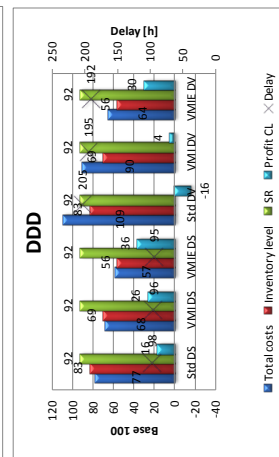
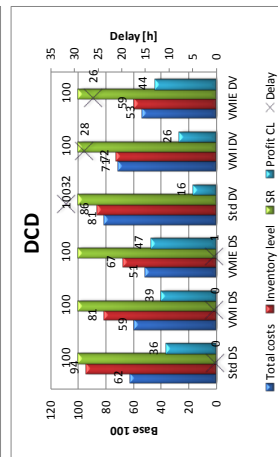
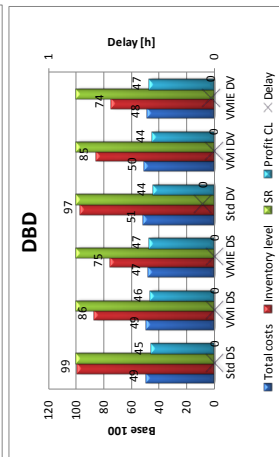
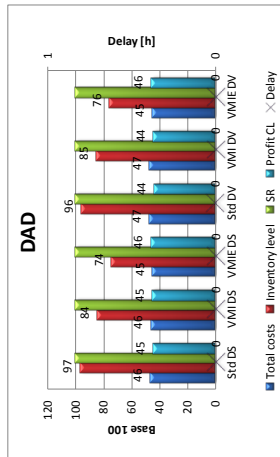
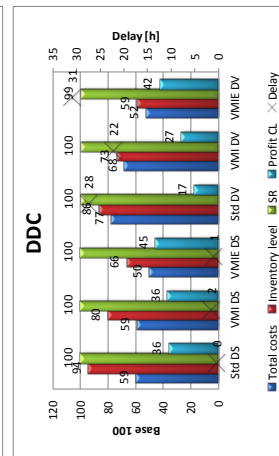
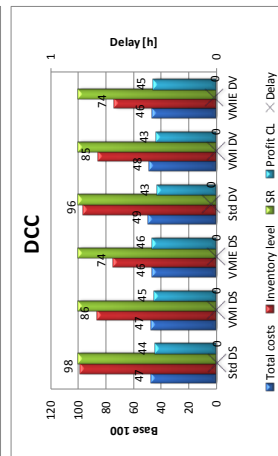
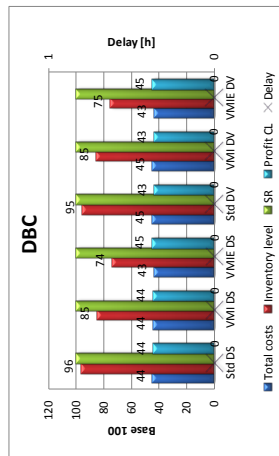
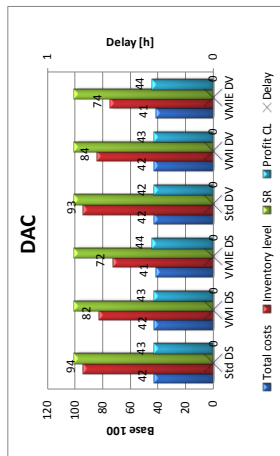
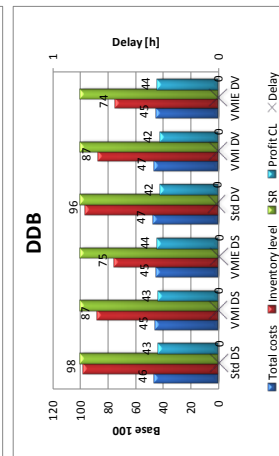
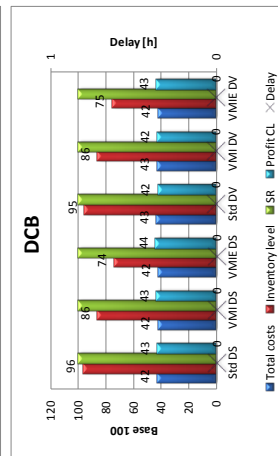
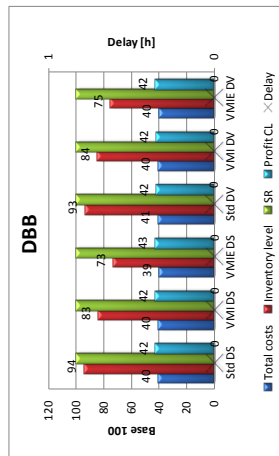
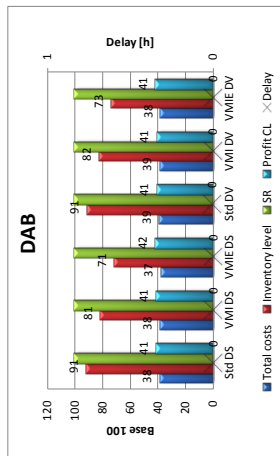
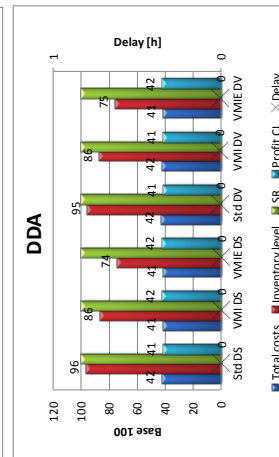
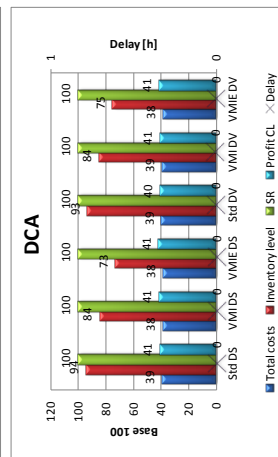
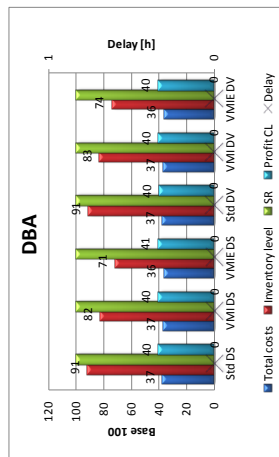
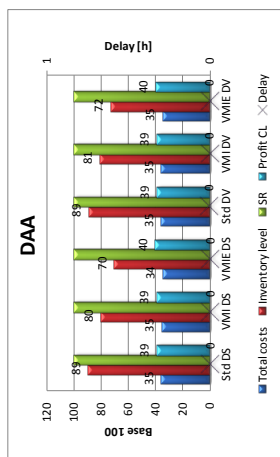


Annexe G. Résultats des mécanismes de VMI sur les chaînes logistiques









NNT : 2012 EMSE 0653

Sonia ROUIBI

Information sharing and Vendor Managed Inventory impacts on supply chain performance.

Speciality : Industrial Engineering

Keywords : Supply chain management, performance; coordination mechanisms; information sharing; Vendor Managed Inventory; discrete event simulation.

Abstract :

The advent of new information and communication technology has greatly facilitated the information exchange practices within supply chains. These practices recently evolved into new forms of collaborations between companies such as Information Sharing (IS) and Vendor Managed Inventory (VMI). The VMI is a coordination mechanism where the supplier is responsible for the inventory management of his customer. This mechanism is based on several principles, including developed information sharing between involved parties. The use of IS and VMI allow companies to increase profits and reduce costs. However, the results about the benefits from their use remain not clear. This motivates the need for new assessments and a better understanding of their effects. This thesis main contribution lies in the analysis and comprehension of IS and VMI's impacts on supply chains. Especially, we address the issue of supply chains where tiers are production companies with different effectiveness levels. The examined scenario is based on a three tiers supply chain where each tier can belong to four effectiveness classes. The supply chain can respond to two types of end market demands: stable demands or fluctuant demands. In addition, several coordination mechanisms are studied: (i) standard management mechanism, (ii) information sharing between two enterprises, (iii) information sharing between three enterprises, (iv) VMI and (v) Extended VMI to all the three enterprises. The tool used to conduct these experiments is the discrete event simulation software "Arena". The interpretation of the results showed that the IS coordination mechanism has not very significant improvement. Indeed, as companies have finite capacity, the availability of information did not yield better results. Whereas, the VMI could achieve reductions in both inventory and supply chain costs. In addition, VMI improved profits of the two parties, the vendor and the customer. Finally, the advantages of VMI appear to be stronger when the overall supply chain is less effective.

École Nationale Supérieure des Mines
de Saint-Étienne

NNT : 2012 EMSE 0653

Sonia ROUIBI

Impacts du partage d'informations et du Vendor Managed Inventory sur la performance des chaînes logistiques

Spécialité: Génie Industriel

Mots clefs : Gestion des chaînes logistiques ; performance ; mécanismes de coordination ; partage d'informations ; Vendor Managed Inventory ; simulation à événements discrets.

Résumé :

Le développement des technologies de l'information et de la communication que connaît notre siècle a grandement facilité les pratiques d'échanges d'informations au sein des chaînes logistiques. Ces pratiques ont pu ainsi évoluer vers de nouvelles formes de collaborations entre entreprises, telles que le Partage d'Informations (PI) et le Vendor Managed Inventory (VMI). Le VMI est un mécanisme de coordination dans lequel le fournisseur a la responsabilité de la gestion des stocks de son client. Ce mécanisme repose sur plusieurs principes parmi lesquels un partage d'informations très développé entre les parties qui s'y engagent. Le PI et le VMI sont adoptés par les entreprises pour permettre une augmentation des profits et une réduction des coûts. Toutefois, leurs résultats sont mitigés et nécessitent encore un approfondissement de leur compréhension. La contribution de cette thèse se situe dans l'analyse des impacts de ces mécanismes sur des chaînes logistiques où tous les maillons sont des entreprises de production dont les efficacités peuvent être différentes. Pour ce faire, plusieurs scénarios ont été étudiés sur des chaînes logistiques constituées de trois échelons, chaque échelon peut appartenir à quatre classes d'efficacité. Ces chaînes peuvent répondre à deux types de demande du marché final ; une demande stable ou une demande variable. De plus, plusieurs mécanismes de coordination sont étudiés : les mécanismes de gestion standard, de partage d'informations entre deux échelons, de partage d'informations entre trois échelons, de VMI entre deux échelons, puis de VMI étendu aux trois échelons. L'outil utilisé pour mener ces expérimentations est le logiciel de simulation à événements discrets Arena. L'interprétation des résultats a montré que le mécanisme de coordination avec partage d'informations n'a pas eu d'amélioration très significative sur les résultats. En effet, puisque les entreprises ont des capacités de production finies, la disponibilité de l'information n'a pas permis d'obtenir des résultats différents. Le VMI, de son côté, a pu réaliser des réductions des stocks et des coûts de la chaîne logistique. Ces réductions ont été plus importantes chez les chaînes logistiques dont les maillons sont de faibles efficacités. Chez ces dernières, ce sont les deux parties concernées par le VMI (le fournisseur et le donneur d'ordres) qui ont tiré des avantages du VMI. Chez les chaînes logistiques constituées de maillons de haute efficacité, le VMI a permis une réduction des coûts moins importante, car ces chaînes logistiques sont déjà de performance élevée. Pour celles-ci, c'est le client qui a tiré profit du VMI, alors que le fournisseur VMI a subi une augmentation des coûts suite à l'augmentation de la fréquence de transport qu'a impliqué ce mécanisme.